



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



KONU ÖZETLERİ

FİZİK

TYT

Zengin ve Anlaşılır İçerik

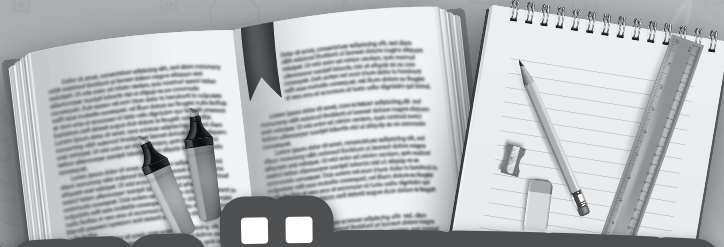
Hızlı ve Etkili Öğrenme

Görsel Destekli Anlatım



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

MEBİ



KONU ÖZETLERİ

FİZİK

TYT

Zengin ve Anlaşılır İçerik

Hızlı ve Etkili Öğrenme

Görsel Destekli Anlatım

MEBİ TYT KONU ÖZETLERİ - FİZİK

ISBN 978-975-11-8468-9

Yazar KOMİSYON



Millî Eğitim Bakanlığı
Atatürk Bulvarı No: 98
Bakanlıklar / ANKARA

Tel: 0312 4132680
0312 4132681
0312 4131838

www.meb.gov.tr

Bu yayının tüm yayın hakları Millî Eğitim Bakanlığı'na aittir. Hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz veya kullandırılmaz. Bu kitabın ve kitapta yer alan içeriklerin ticari amaçla kullanılması, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Yasası'na aykırıdır. Aykırı davranışlar hakkında hukuki ve cezai her türlü başvuru hakkı saklıdır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastiğın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden îlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan îlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

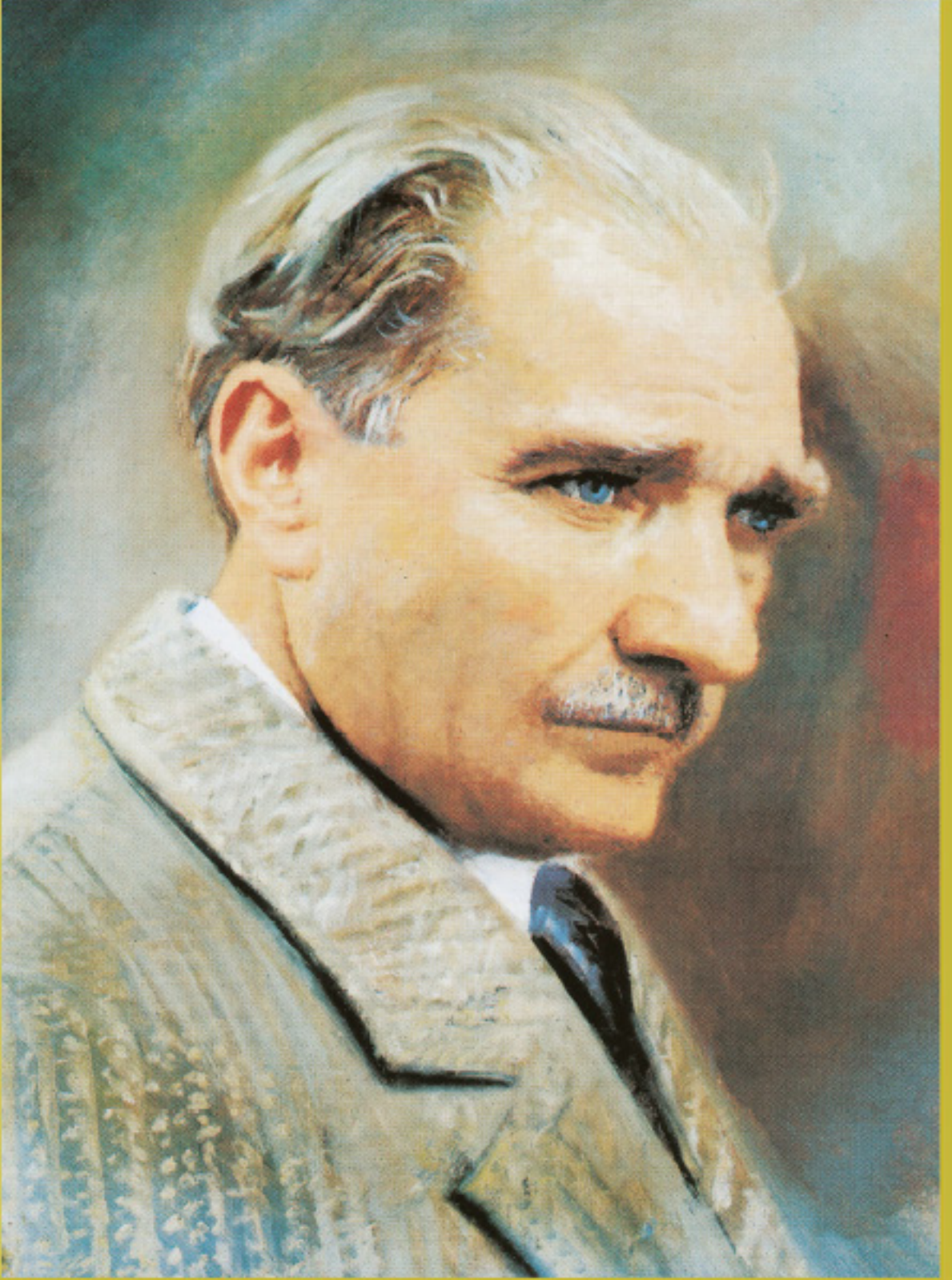
GENÇLİĞE HİTÂBE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

1. Fizik Bilimine Giriş	9
2. Madde	15
3. Özkütle	17
4. Dayanıklılık	20
5. Adezyon, Kohezyon, Yüzey Gerilim ve Kılcallık	22
6. Hareket Kavramları	26
7. İvme Kavramı	32
8. Kuvvet Kavramı	36
9. Newton'ın Hareket Yasaları	39
10. Sürtünme Kuvveti	43
11. İş, Enerji ve Güç Kavramları	45
12. Enerji Çeşitleri ve Mekanik Enerji	47
13. Enerji Korunumu	50
14. Verim ve Enerji Kaynakları	54
15. Isı ve Sıcaklık	59
16. Isı Alış Verişi	63
17. Hâl Değişimi ve Çeşitleri	67
18. Isıl Denge	70
19. Enerji Yayılma Yolları ve Enerji İletim Hızı	72
20. Genleşme	80
21. Elektrik Yüklerinin Özellikleri ve Elektrikle Yüklene Çeşitleri	87
22. İletken ve Yalıtkanlarda Yük Dağılımı	95
23. Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alan	99
24. Elektrik Akımı ve Direnç	103
25. Ohm Yasası ve Dirençlerin Bağlanması	108
26. Üreteçler	114
27. Elektrik Enerjisi, Elektriksel Güç ve Lamba Parlaklıkları	118
28. Mıknatıs ve Manyetik Alan	122
29. Akım ve Manyetik Alan	126
30. Basınç Kavramı, Katılarda Basınç ve Basınç Kuvveti	130
31. Durgun Sıvılarda Basınç ve Basınç Kuvveti, Pascal Prensibi	133
32. Gaz Basıncı, Atmosfer Basıncı ve Basınç Ölçen Aletler	137
33. Akışkan Basıncı (Bernoulli İlkesi)	142
34. Kaldırma Kuvveti	144
35. Dalgalarda Temel Kavramlar ve Özellikleri	147
36. Yay Dalgalarının Hızı ve Yansıması	151
37. Yay Dalgalarının Farklı Ortamlara Geçiş ve Yay Dalgalarının Girişimi	154
38. Su Dalgalarının Özellikleri ve Yansıması	156

39. Su Dalgalarının Hızı ve Kırılması	159
40. Ses Dalgaları	161
41. Deprem Dalgaları	165
42. Işık, Işık Şiddeti, Işık Akısı ve Aydınlanma Şiddeti	167
43. Gölge	170
44. Işığın Yansıması ve Düzlem Aynalar	174
45. Küresel Aynaların Özellikleri ve Küresel Aynalarda Özel Işıklar	178
46. Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu	182
47. Işığın Kırılması	185
48. Tam Yansıma, Sınır Açısı ve Görünür Uzaklık	187
49. Merceklerin Özellikleri ve Merceklerde Özel Işıklar	189
50. Merceklerde Görüntü Oluşumu	193
51. Işık Prizmaları	195
52. Renk	196

FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

FİZİK NEDİR?

Fizik; uzay, zaman, madde ve enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalıdır. Aynı zamanda bir doğa bilimi olan fizikte çalışmalar gözlem ve deneye dayalı olarak yürütülür.

Fizikteki çalışmalar atom altı parçacıklardan uzak galaksilere kadar geniş bir alanı kapsar. Kısacası evrenin işleyişini keşfetmede fizik bilimi önemli çalışmalar yapar ve bunları anlamlandırmak için de çeşitli modeller kullanılır.



Fizik biliminin hayatın içerisinde ve günlük hayatın birçok yerinde karşımıza çıkıyor olması bu bilimin önemini ortaya koymaktadır. Islak bir yolda araçların durma mesafesinin artacağını, mikrodalga fırınının yiyecekleri nasıl ısıttığını, lambalardan yayılan ışığın bizi nasıl aydınlattığını, emniyet kemerinin bizi nasıl koruduğunu ve benzeri durumları fizik bilimi sayesinde açıklayabiliriz.



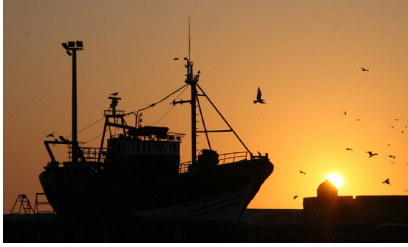
FİZİĞİN ALT DALLARI VE UYGULAMA ALANLARI

Fizik biliminde yaşanan gelişmelerin sonucunda fiziğin çok geniş bir çalışma alanı olduğu görülmüş bu da alt dalların doğmasına neden olmuştur.

Fiziğin alt dalları verilen şemadaki gibi sınıflandırılmıştır.



1. MEKANİK



Kuvvet, hareket ve dengeyi inceleyen alt dala **mekanik** denir.

Gemilerin suda gitmesi, uçakların uçuşu, gezegenlerin hareketi, köprü ve binaların yapımı, hızlı tren, yarış otomobilleri gibi araçların aerodinamik yapısı, roketlerin hareketi gibi birçok konu mekaniğin çalışma alanına girer.

Mekanik üç bölüme ayrılır. Bunlar;

- Statik: Denge durumundaki cisimleri inceler.
- Dinamik: Hareketi, kuvvet ve kütleyi dikkate alarak inceler.
- Kinematik: Harekete neden olan etkiyi dikkate almadan cisimlerin hareketini inceler.

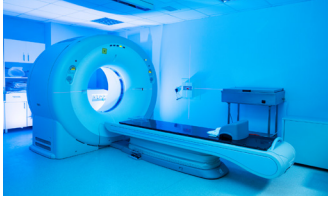
2. TERMODİNAMİK



Termodinamik; ısıyı, sıcaklığı ve enerjiyi konu alan fiziğin alt dalıdır.

Isıyı, ısı alış-verişini, ısı dengeyi, hâl değişimini, ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi inceler. Bina yalıtımı, ısıtma soğutma sistemleri, iklim, küresel ısınma ve hava olayları gibi doğa olayları termodinamiğin çalışma alanına girer.

3. ELEKTROMANYETİZMA

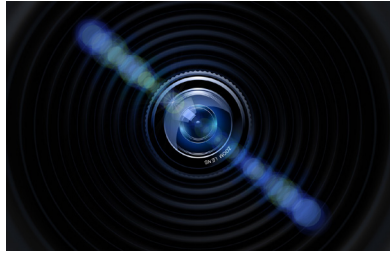
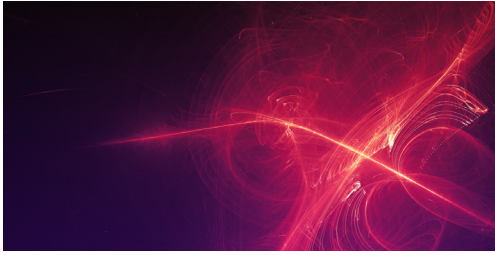


Elektromanyetizma; elektrik yükünü, yüklü parçacıkların hareketi ile meydana gelen olayları, yüklü parçacıklar arasındaki kuvvetleri, manyetik maddelerin özelliklerini ve bunların oluşturdıkları etki alanlarını incelemektedir.

Elektrik yükleri ve elektrik akımı, mıknatıslar ve manyetik alan, elektrik akımının manyetik etkileri elektromanyetizmanın temel çalışma konularıdır.

4. OPTİK

Optik; ışığın yapısını ve ışık olaylarını (ışığın yayılması, yansıması, kırılması vb.) inceleyen fiziğin alt dalıdır.



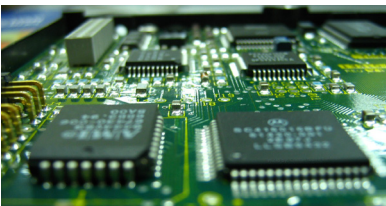
5. NÜKLEER FİZİK



Çekirdek fiziği olarak da bilinen nükleer fizik; atom çekirdeğinin yapısını, çekirdekte meydana gelen etkileşimleri ve tepkimeleri incelemektedir.

Radyasyon ve radyasyonun canlılar üzerindeki etkisi, nükleer enerji santralleri, nükleer tıp nükleer fiziğin çalışma alanına girer.

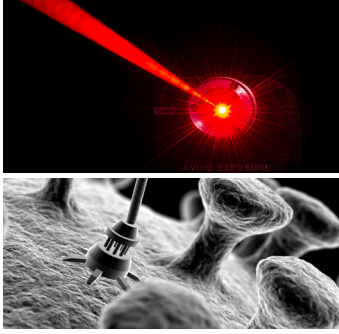
6. KATIHÂL FİZİĞİ



Katıhâl fiziği; genel anlamda kristal yapıdaki maddelerle ilgilenir ve maddenin teknolojik anlamda kullanımını belirleyen elektrik, manyetik, optik ve esneklik (mekanik) özelliklerini temel fiziksel prensiplerden hareketle inceler.

Güneş panelleri, şarjlı piller, manyetik kaydediciler, hafızalı metaller, akıllı kumaşlar, granit tencereler katıhâl fiziğinin çalışma alanına girer.

7. ATOM FİZİĞİ



Atom fiziği, atomu bir çekirdek ile elektronları içeren bir sistem olarak ele alan fizik alt dalıdır. Bunun yanında atomların çeşitli bağlar yaparak oluşturduğu moleküllerin yapısını da inceler.

Elektron mikroskobu,

kuantum bilgisayarlar, 3D yazıcılar, LASER, yapay zeka, lambalar atom fiziğinin çalışma alanına girer.

8. YÜKSEK ENERJİ VE PLÂZMA FİZİĞİ



Yüksek enerji fiziği veya parçacık fiziği olarak da adlandırılan bu alt dal, atom altı parçacıkları inceler. Yüksek enerjili parçacıkların etkileşimini ve maddenin plâzma hâlini incelemektedir.

LASER ışınlarının elde edilmesi, roket ve uzay sanayisi, nükleer ve tıbbi atıkların arıtılması, CERN deneyleri yüksek enerji ve plazma fiziğinin çalışma alanına girer.

FİZİĞİN DİĞER DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ

Fizik, evreni ve doğayı anlamaya çalışan bir bilim olduğu için birçok farklı disiplinle ilişkilidir. Fizik; fizikokimya bilim dalı dolayısıyla kimya ile, matematiksel modellerin varlığı nedeniyle matematik ile, tüm bilimlerin temeli olan felsefe ile, canlı yapısı ile ilgili çalışmalar ve biyofizik dalından dolayı biyoloji ile, fizik yasalarının uygulamalarını kullanan mühendislik dalları ile, müzikteki notalar, ses yalıtımı, ışık ve renk olayları nedeniyle sanat dalları ile, spor biyomekaniği dolayısıyla spor ile, genel çekim yasası, doppler etkisi, teleskopla gözlem gibi olaylar sebebiyle astronomi ile, kazıda bulunan eserlerin yaşının hesabında ve radyoaktif tarihleme yönteminden dolayı arkeolojiyle, pusula, gelgit olayı, yağmur, kar, rüzgâr gibi doğa olayları sebebiyle coğrafya ile ilişkilidir.

FİZİKSEL NİCELİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Fiziksel nicelikler, başka bir fiziksel nicelik ile ifade edilip edilmemesine göre temel ve türetilmiş büyüklükler; yön ve doğrultu kavramına sahip olup olmamalarına göre skaler ve vektörel büyüklükler olarak sınıflandırılır.

TEMEL BÜYÜKLÜKLER

	Sembol	SI'da Birimi	Birim sembolü	Ölçen alet
Kütle	m	kilogram	kg	Eşit kollu terazi
Işık şiddeti	I	kandela	cd	Fotometre
Sıcaklık	T	Kelvin	K	Termometre
Akım şiddeti	i	amper	A	Ampermetre
Madde miktarı	n	mol	mol	-
Uzunluk	l	metre	m	Cetvel
Zaman	t	saniye	s	Kronometre

TÜRETİLMİŞ BÜYÜKLÜKLER

Doğrudan belirlenemeyen, yalnızca temel büyüklükler yardımıyla türetilen niceliklerdir. Alan, hacim, hız, kuvvet, özkütle, direnç, enerji, basınç gibi büyüklükler türetilmiş büyüklüklere örnek olarak verilebilir.

	Sembol	Birim	Birim sembolü
Kuvvet	F	Newton	N
Hız	v	metre/saniye	m/s
Enerji	E	joule	j
Alan	A	metrekare	m ²
Hacim	V	metreküp	m ³

- Bazı türetilmiş niceliklerin sembol ve birimleri -

SKALER VE VEKTÖREL BÜYÜKLÜKLER

Sadece sayı ve birimle ifade edilebilen büyüklüklere skaler (yönsüz) büyüklük denir. Kütle (m), sıcaklık (T), basınç (P), enerji (E), zaman (t), özkütle (d) gibi büyüklükler skaler büyüklüklere örnek verilebilir.

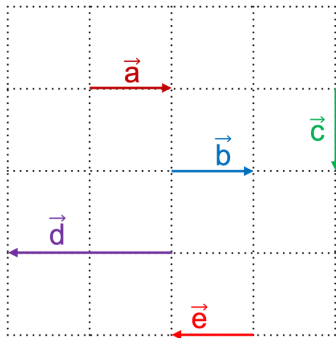
Fiziksel büyüklüklerin bazılarını tanımlarken bir sayı ve bir birimin yanı sıra doğrultusunun, yönünün ve uygulama noktasının da belirtilmesi gerekir. Bu büyüklüklere vektörel (yönlü) büyüklük denir. Kuvvet $\vec{F}$, hız $\vec{v}$, ivme $\vec{a}$, yer değiştirme $\Delta\vec{x}$ gibi büyüklükler vektörel büyüklüklere örnek olarak verilebilir.



DİKKAT

Temel büyüklüklerin tamamı skaler büyüklük iken türetilmiş büyüklüklerin bir kısmı skaler, bir kısmı ise vektörel büyüklüklere sahiptir.

Vektörel bir büyüklük yönlendirilmiş doğru parçası ile gösterilir.



$$\vec{a} = \vec{b}$$

$\vec{a}$ ve $\vec{b}$ eşit vektörler

$$\vec{a} \neq \vec{c}$$

(a vektörü c vektörüne eşit değildir.)

$$a = c$$

(a vektörünün büyüklüğü, c vektörünün büyüklüğüne eşittir.)

$$\vec{a} = -\vec{e}$$

$\vec{a}$ ve $\vec{e}$ zıt vektörler

$$|\vec{a}| = |\vec{c}|$$

(a vektörünün büyüklüğü, c vektörünün büyüklüğüne eşittir.)

$$\vec{d} = -2\vec{a}$$

Bileşke Vektör:

Birden fazla vektörün yerine kullanılabilecek tek vektöre bileşke vektör adı verilir ve R sembolü ile gösterilir. Bileşke vektör, vektörlerin belirli kurallarla toplanmasıyla elde edilir.

$$|\vec{a}| = 3 \text{ br}$$

$$|\vec{b}| = 5 \text{ br}$$

$$|\vec{b}| = 5 \text{ br}$$

$$|\vec{a}| = 3 \text{ br}$$

$$|\vec{R}| = 8 \text{ br}$$

$$|\vec{R}| = 2 \text{ br}$$

BİLİM ARAŞTIRMA MERKEZLERİ

TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu)



Kuruluş amacı, doğa bilimleri ile ilgili araştırmaları ve araştırmacıları teşvik etmek ve özendirmektir. Ayrıca yayımladığı dergi ve kitaplar; gerçekleştirdiği yarışma ve şenlikler aracılığı ile toplumda bilimsel, teknolojik faaliyetler ile yenilik faaliyetlerine yönelik farkındalığı ve bilim okuryazarlığını artırmaya çalışmaktadır.

TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu)



Türkiye'nin rekabet gücünü artırmak ve sürekli kılmak amacıyla enerji, maden, iyonlaştırıcı radyasyon, parçacık hızlandırıcılar ve nükleer teknoloji alanlarında faaliyetlerini yürütmektedir.

ASELSAN (Askerî Elektronik Sanayi)



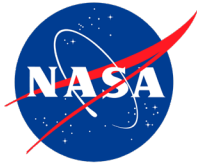
Türkiye'nin en büyük savunma elektroniği kuruluşu olan ASELSAN Radar ve Elektronik Harp, elektrooptik, insansız sistemler, kara, deniz ve silah sistemleri, hava savunma ve füze sistemleri, komuta kontrol sistemleri, ulaştırma, güvenlik, sağlık teknolojileri, trafik ve otomasyon sistemleri gibi çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir.

CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi)



İsviçre-Fransa sınırında bulunan CERN'de kullanılan makineler, parçacık hızlandırıcılar ve dedektörlerdir. CERN'ün en önemli başarılarından biri Higgs bozonunun keşfidir. CERN'deki bilimsel gelişmeler; tıbbi teşhis ve görüntüleme teknikleri (PET ve MRI), terapi ve sağlık uygulamaları, bilgisayar çipi üretimi gibi hayatın çeşitli alanlarında kullanılmaktadır.

NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)



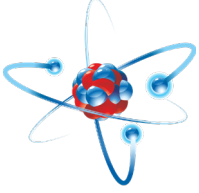
Amerika'nın sivil uzay programıdır. NASA'nın Dünya'yı, Güneş'i, Güneş sistemini ve ötesini incelemek, havacılığı ilerletmek, Dünya'daki yaşama fayda sağlamak, yeni teknolojiler geliştirmek, insanlı ve insansız uzay keşif çalışmaları yürütmek gibi amaçları vardır.

ESA (Avrupa Uzay Ajansı)



Avrupa uzay programını hazırlamak ve yürütmek amacıyla kurulmuş uluslararası bir kuruluştur. Dünya, Güneş sistemi ve evren hakkında daha fazla bilgi edinmenin yanı sıra uydu tabanlı teknolojiler ve hizmetler geliştirme alanlarında da faaliyet göstermektedir.

MADDE



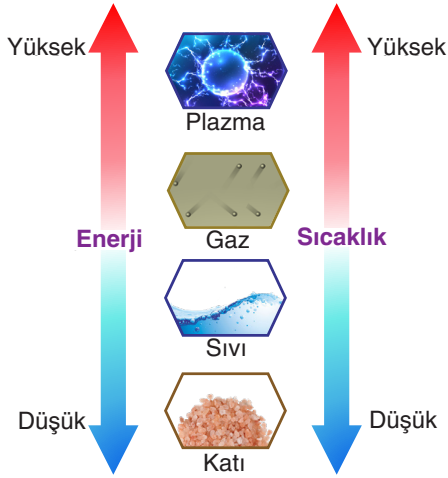
Evrende canlı ya da cansız her şeyin en küçük yapı taşı olan atom ve moleküller bir araya gelerek maddeyi meydana getirirler.

Kütlesi, hacmi ve eylemsizliği olan her şeye madde denir.

Madde için örnek olarak cam, demir, su, hava, toprak vb. verilebilir.

Maddelerin ortak özelliklerine kütle, hacim, eylemsizlik, tanecikli yapı, sıcaklık, ağırlık vb. örnekler verilebilir.

Bütün maddelerde ortak olmayan, maddelerin kendine has özelliklerine ayırt edici özellikler denir. Erime sıcaklığı, donma sıcaklığı, kaynama sıcaklığı, ısı ve elektrik iletkenliği, özkütle ve öz ısı değerleri maddenin ayırt edici özelliklerine örnek verilebilir.



Madde katı, sıvı, gaz ve plazma hâllerinde olup katı hâlden plazma hâline doğru gidildikçe maddenin enerjisi artar.

KÜTLE



Eşit kollu terazi

Değişmeyen madde miktarına **kütle** denir.

Bir maddenin kütlesi bulunduğu yere göre değişmez. Kütle maddenin ortak özelliklerindendir. Kütle skaler ve temel büyüklük olup "m" sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi kilogramdır. Kütle eşit kollu terazi ile ölçülür.

Kütle Birimleri	Birim Sembolleri	Birimler arası Dönüşüm
Ton	t	1 t = 1000 kg
Kilogram	kg	1 kg
Gram	g	1 g = 10 ⁻³ kg
Miligram	mg	1 mg = 10 ⁻⁶ kg

Bazı Kütle Birimleri

**DİKKAT**

Ağırlık kütle ile doğru orantılı olsa da kütle ve ağırlık aynı kavramlar değildir. Ağırlık kütle ile yer çekimi ivmesinin çarpılması ile bulunur. Vektörel bir büyüklüktür ve birimi Newton'dır.

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

HACİM

Bir maddenin uzayda kapladığı yere **hacim** denir. Hacim skaler büyüklük olup "V" sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde hacim birimi metreküp (m³)'tür. Günlük hayatımızda hacim birimi olarak litre (L) de kullanılmaktadır.

- Katıların belirli hacimleri vardır. Katıların hacmi cisim düzgün geometrik yapıda ise hacim formülleriyle, şekli düzgün değilse içinde çözünmediği bir sıvı içerisinde atılarak ölçekli kaplar yardımıyla ölçülebilir.
- Sıvıların belirli hacimleri olup konuldukları kabın şeklini ve hacmini alırlar. Sıvıların hacimleri ölçekli kaplarla ölçülür.
- Gazların belirli hacimleri yoktur. Gazlar konuldukları kabı doldurdıklarından, hacimleri kabın hacmi kadardır.

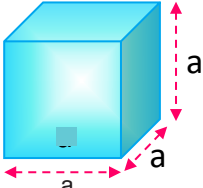
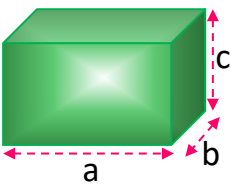
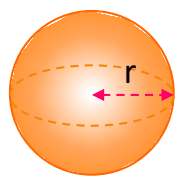
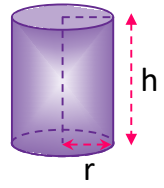
Hacim Birimleri	Metreküp (m ³) Eşdeğeri	Hacim Birimleri	Litre Eşdeğeri	1 dm ³ = 1 L 1 cm ³ = 1 mL
metreküp (m ³)	1 m ³	Litre (L)	1 L	
desimetreküp (dm ³)	10 ⁻³ m ³	desilitre (dL)	10 ⁻¹ L	
santimetreküp (cm ³)	10 ⁻⁶ m ³	santilitre (cL)	10 ⁻² L	
milimetreküp (mm ³)	10 ⁻⁹ m ³	mililitre (mL)	10 ⁻³ L	

Hacim birimleri ve çevrim tablosu

1- Düzgün Geometrik Şekle Sahip Cisimlerin Hacimlerinin Hesaplanması

Katı cisimlerin hacimleri sahip olduğu şekle göre farklı şekillerde ölçülmektedir.

Şekli küp, prizma, silindir ve küre gibi olan belirli geometrik şekle sahip cisimlerin hacimleri tabloda verilen matematiksel modellerle hesaplanır.

Cisim	Küp	Dikdörtgenler Prizması	Küre	Silindir
Şekil				
Matematiksel modeli	$V = a^3$	$V = a \cdot b \cdot c$	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$	$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

2- Şekli Düzgün Olmayan Katıların Hacimlerin Ölçülmesi

Bir cismin hacim formülleri yardımıyla hacmi bulunamıyorsa bir miktar sıvı ve ölçekli kap yardımıyla cismin hacmi ölçülebilir. Cisim sıvı içine bırakıldığında kendi hacmine eşit hacimde sıvının yerini değiştirir. Sıvı seviyesindeki artış cismin hacmine eşittir.

Şekilde içinde belirli bir miktarda sıvı bulunan ölçekli kabın içerisine bırakılan katı cismin hacmi;

$$V_{\text{cisim}} = V_{\text{toplam}} - V_{\text{su}}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

ÖZKÜTLE

Şekil ve büyüklükleri aynı olan içleri dolu bakır ve tahtadan; bakır su içerisinde batarken tahta suda yüzer. Bu durum her maddenin birim hacmindeki kütlesinin farklı olduğunu gösterir.



Şekilde terazilerde kütleleri eşit olarak ölçülen içleri dolu bakır ve tahta blokların hacimlerinin farklı olması birim hacimlerinin kütlelerinin farklı olmasındandır.

Birim hacimdeki kütle miktarına **özkütle (yoğunluk)** denir. Özkütle skaler bir büyüklük olup aynı sıcaklık ve basınç altında maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Aynı maddeden yapılmış iki cismin kütle ve hacim değerleri farklı olsa bile özkütleleri aynıdır. Özkütle “**d**” sembolüyle gösterilir.

Özkütle; bir cismin kütlesinin hacmine oranı olarak tanımlandığından matematiksel modeli,

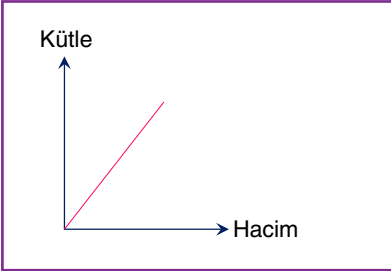
$$\text{Özkütle} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}} \Rightarrow d = \frac{m}{V} \quad \text{olur.}$$

Özkütle birimi SI birim sisteminde kg/m^3 olup günlük hayatta genellikle g/cm^3 kullanılır.

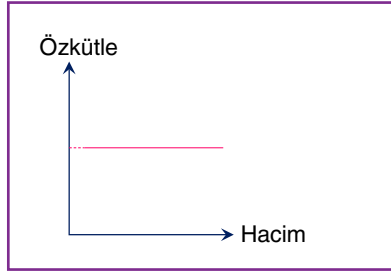
$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

- Sabit sıcaklık ve basınç altında bir maddenin kütlesi ile hacmi doğru orantılıdır.

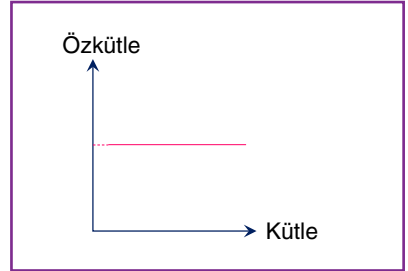
Buna göre sabit sıcaklık ve basınç altındabir cisme ait Kütle-Hacim, Özkütle-Hacim ve Özkütle-Kütle grafikleri aşağıdaki şekillerdeki gibi olur.



Kütle hangi oranda artıyorsa hacim de aynı oranda artmaktadır. Dolayısıyla kütlenin hacme oranı sabit kalmaktadır.

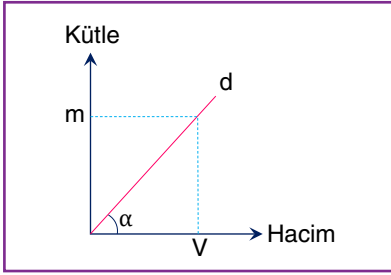


Özkütle-Hacim grafiğinde maddenin hacmi artmasına rağmen özkütle değeri değişmez, sabit kalır.



Özkütle-Kütle grafiğinde maddenin kütlesi artmasına rağmen özkütle değeri değişmez sabit kalır.

- Kütle – Hacim grafiğinde doğrunun eğimi özkütleyi verir.



$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{m}{V} = d$$

olur.

KARIŞIMLARIN ÖZKÜTLESİ



Maddeler birbirleriyle karışmıyorsa (zeytinyağı ve su gibi) özkütlesi büyük olan madde dibе çöker. Özkütlesi küçük olan madde yüzeyde kalır.

$$d_{\text{su}} > d_{\text{zeytinyağı}}$$

olduğundan su altta zeytinyağı üstte olacak şekilde dengeye gelirler.

d_1 ve d_2 özkütleli maddeler $d_1 > d_2$ olacak şekilde birbirleriyle homojen olarak karışabiliyorsa karışımın özkütlesiyle ilgili olarak;

- Karışımın özkütlesi her zaman karışıma giren sıvıların özkütleleri arasında bir değeri alır.
Karışımın özkütlesi $d_1 > d_{\text{karışım}} > d_2$ aralığında olur.
- Eşit hacimli iki sıvı birbiriyle karıştırıldığında elde edilen karışımın özkütlesi, bu iki sıvının özkütlelerinin aritmetik ortalamasına eşittir. Karışımın özkütlesi,

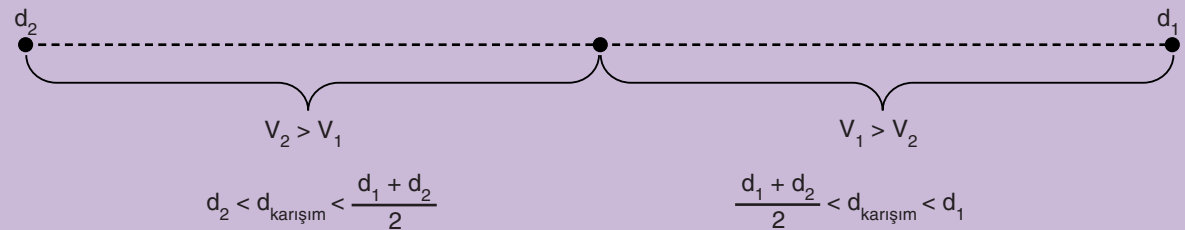
$$d_{\text{karışım}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

bağıntısıyla bulunur.

- Eşit kütleli iki sıvı birbiriyle karıştırıldığında elde edilen karışımın özkütlesi, bu iki sıvıdan özkütlesi küçük olana daha yakındır.
- Karışımın özkütlesi; hacimce hangi sıvıdan fazla katılmış ise o sıvının özkütlesine daha yakın olur.
- Özkütlesi d_1 olan sıvıdan V_1 hacminde, özkütlesi d_2 olan sıvıdan V_2 hacminde alınarak yapılan homojen karışımda, sıvıların V_1 ve V_2 hacimlerinin büyüklüklerine göre karışımın özkütlesi hakkında yorum yapılır. Karışımın özkütlesi hacmi büyük olan sıvının özkütlesine değeri daha yakındır.

Karışıma giren sıvıların özkütleleri arasında $d_1 > d_2$ ilişkisi olsun.

Sıvılardan eşit hacimde alınsaydı karışımın özkütlesi: $d_{\text{karışım}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$ olurdu.



aralıklarında değeri alırdı.

GÜNLÜK HAYATTA ÖZKÜTLE

Karışım oluşturulurken karıştırılan maddelerin özkütlelerinden faydalanılır.



Görsel 1

Görsel 1'deki para üretilirken hangi maddeden ne kadar kullanılacağı hassas bir şekilde ölçülür. Çelik üretiminde de karışımlardan yararlanılır. Demir içerisine katılan krom ve alüminyum gibi metaller ile farklı özkütleyle sahip çelik üretilir.



Görsel 2

Örneğin araçların tekerleklerini oluşturan Görsel 2'deki jantlarda ve Görsel 3'teki uçak gövdelerinde demir ve alüminyum karışımından oluşan çelik kullanılır. Çünkü özkütlesi daha küçüktür. Aynı uçağı demir ve krom metallerinin karıştırıldığı bir çelik ile üretseydik uçağın özkütlesi, dolayısıyla kütlesi daha büyük olacağı için yakıt tüketimi de artacaktı. Günümüzde çelikten daha dayanıklı olmasına karşılık özkütlesi çok daha küçük olan karbon fiber malzemelerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.



Görsel 3



Görsel 4

Özkütle, sanat eserlerinde de göz önünde bulundurulmuş bir kavramdır. Görsel 4'teki gibi ebru sanatı icra edilirken ebrunun yapılacağı suya kitle ilave edilir. Kitle; özkütlesi sudan daha büyük bir sıvıdır ve havada katılır. Böylelikle ebru sıvısının özkütlesi artırılır. Böylece sıvı üzerine damlatılan boyalar sıvı yüzeyinde kalır ve renk renk desenler oluşturulur.



Özkütle ile ilgili ilk bilimsel çalışmaları MÖ 287 - MÖ 212 yılları arasında yaşamış olan **Archimedes (Arşimet)** yapmıştır. Archimedes, her maddenin kendine özgü bir özgül ağırlığı olduğunu farkındaydı. Örnek verecek olursak aynı hacimde olan bir altın madeni para ile gümüş madeni paranın farklı ağırlıkta olduklarını keşfetmişti.

Özkütle ile ilgili çalışmaları olan diğer bilim insanı da **Abdurrahman el Hazini**'dir. El Hazini yapmış olduğu hikmet terazisi adı verilen terazi ile maddelerin özkütlelerini hesaplamıştır. Bulduğu sonuçlar günümüzde ölçülen sonuçlarla büyük oranda örtüşmektedir.



Hikmet Terazisi

DAYANIKLILIK

Katı haldeki maddelerin ve cisimlerin; çekmeye, gerilmeye, basınç etkisine ve kopmaya karşı göstermiş oldukları direnç önemli özelliklerinden biridir.

Katı bir cismin hem kendi ağırlığına hem de dışarıdan uygulanan kuvvetlere gösterdiği dirence **dayanıklılık** denir.

Dayanıklılık maddeler için ayırt edici bir özellik olup; maddenin cinsine, sıcaklığına, cisme uygulanan kuvvete bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Katı cisimlere uygulanan kuvvet, katı cismin dayanıklılığından büyük olduğunda cisim; ezilme, eğilme, kopma vb olarak deformasyona uğrar.



DİKKAT

Bir cismin kendi ağırlığına karşı dayanıklılığı, kesit alanının hacmine bölümü ile orantılıdır.

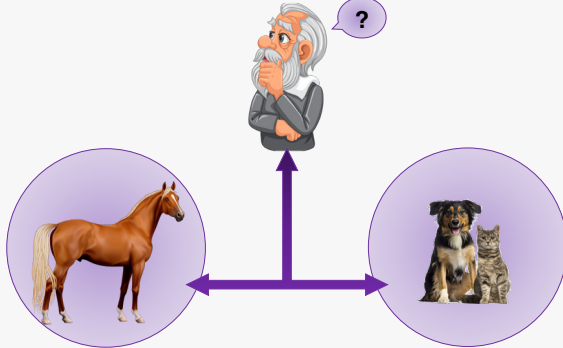
$$\text{Dayanıklılık} \propto \frac{\text{Kesit alanı}}{\text{Hacim}}$$

Buna göre bir cismin boyutları orantılı olarak artırılırsa cismin dayanıklılığı azalır, boyutları orantılı olarak azaltılırsa da dayanıklılığı artar.



NOT

Galileo (Galile), yüksek bir yerden düşen atın kemiklerinin zarar görmesine rağmen aynı yükseklikten düşen bir kedinin ya da köpeğin kemiklerinin zarar görmeyeceği düşüncesinden yola çıkarak cisimlerin boyutlarının büyüdükçe dayanıklılıklarının azaldığını söylemiştir.



Galileo (Galile), cisimlerin dayanıklılığını kare küp kanunu ile açıklamıştır.

Bu kanun; boyutları büyütülen cismin, belirli bir büyüklüğe geldiğinde kendi ağırlığını bile taşıyamayacağını ifade eder. Boyutları belli bir oranda büyütülen cismin alanı, bu oranın karesiyle; hacmi ise küpüyle orantılı olacak şekilde artar. Cisimlerin kütlesi de hacmi ile doğru orantılı olduğundan bu artış nedeniyle kesit alanının direnci azalır ya da cisim, direnç gösteremez hâle gelir.



SORU

Sizce karınca mı yoksa Sultan Kösen mi daha dayanıklıdır?



Kendi ağırlığından daha büyük bir yaprağı taşıyan karınca



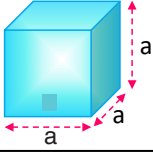
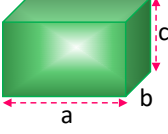
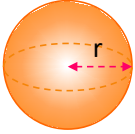
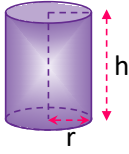
Guinness Rekorlar Kitabı'na göre yüzünün yaşayan en uzun boylu insanı Sultan Kösen 2,51 m boyundadır.



AÇIKLAMA

Karıncaların kendi ağırlıklarının yaklaşık elli katı ağırlığa sahip cisimleri kaldırıp taşıyabildikleri söylenir. Buna karşılık dünyanın en uzun insanı olan Sultan Kösen ise yürürken değnek kullanmak zorundadır. Çünkü vücudu kendi ağırlığını bile taşıyamamaktadır.

Aynı durum cansız varlıklar için de geçerlidir. Binalar kendi ağırlığını taşıyabilecek dayanıklılığa sahip olacak şekilde yapılmalıdır. Özellikle çok yüksek boyutlardaki binalar, yeterli dayanıklılığa sahip olabilmek için belirli özelliklere sahip olmalıdır.

Cisim		Kesit Alanı	Hacim	Dayanıklılık
Küp		a^2	a^3	$\frac{1}{a}$
Dikdörtgenler Prizması		$a \cdot b$	$a \cdot b \cdot c$	$\frac{1}{c}$
Küre		$\pi \cdot r^2$	$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$	$\frac{3}{4r}$
Silindir		$\pi \cdot r^2$	$\pi \cdot r^2 \cdot h$	$\frac{1}{h}$

Bazı geometrik yapıları cisimlere ait kesit alanı / hacim oranları

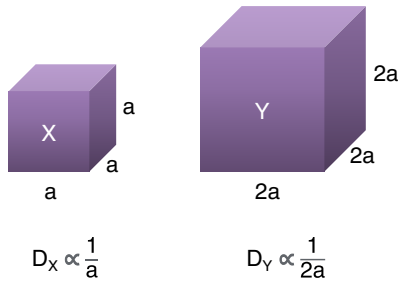
Kendi Ağırlığına Karşı Dayanıklılık

Matematiksel modelden yola çıkarak kenarları düzgün yükselen katıların kendi ağırlıklarına karşı dayanıklılığın katıların yüksekliği ile ters orantılı olduğu şeklinde çıkarım yapılabilir.

Küp, dikdörtgenler prizması, silindir gibi cisimlerde



$$D_Y \propto \frac{1}{\text{Yükseklik}}$$



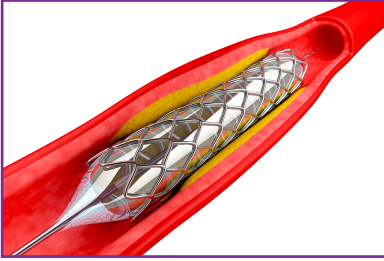
DİKKAT

Boyutları eşit oranda artırılan cisimlerin ağırlıklarına karşı dayanıklılıkları azalır.

ADEZYON, KOHEZYON, YÜZEY GERİLİMİ VE KILCALLIK

Yüzücülerin kullandığı mayolar suyla temas ettiğinde diğer günlük kıyafetlere göre çok daha az su çeker ve bu nedenle günlük kıyafetlerden çok daha hızlı kurur. Mayoda kullanılan kumaşın suyla teması sırasında mayonun bu özelliği, yüzücünün daha rahat ve hızlı yüzmesine olanak sağlar.

Nanoteknoloji kullanılarak su ve toz gibi maddelerin yüzeylere yapışması engellenir veya en aza indirilir. Bu ürünlere verilebilecek başlıca örnekler; mayo, leke ve su tutmayan kumaş, kendini temizleyen duvar ve otomobil boyaları, araba camları, banyoda kullanılan duş kabini camları, teflon tavalardır. Ayrıca daralan kalp damarlarını genişletmek için takılan stentlerin iç yüzeyleri, sıvı tutmayan yüzeyle kaplanır. Bu sayede stentlerin iç yüzeyleri daha kaygan hâle gelir ve tıkanmaları engellenebilir.



Stent



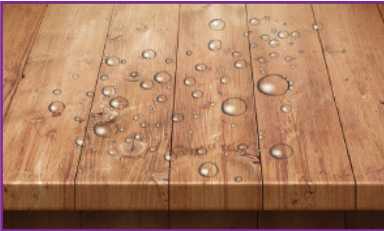
Teflon tencere ve tava



Kırılmaz ve su geçirmez ekran camı

ADEZYON KUVVETİ (YAPIŞMA)

Tahtaya, musluğa ve böcek üzerine yapışan su damlaları gibi farklı cinsteki iki maddenin bir arada bulunmasını yani birbirine yapışmasını sağlayan etken, bu farklı maddeler arasındaki çekim kuvvetidir.



Tahta masaya yapışan su damlaları



Demir musluğa yapışan su damlaları



Böceğe yapışan su damlaları

Farklı türden madde molekülleri arasındaki çekim kuvvetine **adezyon kuvveti** denir.

Cam bardağa su damlatılıp bardak ters çevrildiğinde bazı su damlalarının düşmediği gözlenir. Bu olay, su molekülleri ve cam bardak arasındaki çekim kuvvetidir. Bu çekim kuvvetine **adezyon kuvveti** denir. Adezyon kuvveti etkisi, yağmur yağdığında bitkilerinin yaprakları ile yağmur damlaları arasında da görülür.

Katı maddeler arasında da adezyon etkileri görülebilir. Tozların yüzeye yapışması adezyon etkisine verilecek örneklerdendir.

KOHEZYON KUVVETİ (BİRBİRİNİ TUTMA)



Su damlası yerçekimi kuvvetinin etkisinden dolayı tam daire şeklinde olmayıp kohezyon kuvvetinin etkisinden dolayı oval bir şekle sahiptir.



Yeryüzünden uzakta bulunan bir uzay aracında bulunan cisimlere yerçekimi kuvveti etki etmediğinden kohezyon etkisi ile su damlası küre şeklini alır.



Cıvada kohezyon etkisi daha belirgin olduğundan dolayı yüzey üzerinde sudan daha az dağılır.

Aynı türden maddelerin molekülleri arasındaki çekme kuvvetine **kohezyon kuvveti** denir.

Bir yüzey üzerine damlatılan cıva damlalarının dağılmadan bir arada durduğu yani birbirini tuttuğu gözlenir. Bu olayın nedeni cıva moleküllerinin kendi arasındaki çekim kuvveti olan kohezyon kuvvetidir.

ARAŞTIRMA:

Adezyonun azaltılmasının günlük hayatta, sportif faaliyetlerde ve askerî alanlarda sağladığı avantajları araştırıp arkadaşlarınızla tartışınız.

Bir yüzey üzerine damlatılan su damlalarının yüzeyde dağıldığı fakat yüzey üzerine damlatılan cıva damlalarının su damlaları kadar dağılmadığı gözlenir. Bu olaylarda akışkan olan su ve cıva damlalarının yüzey üzerindeki davranışlarının farklı olmasının nedeni birbirlerini tutma eğilimlerinin farklı olmasıdır.

Bazı durumlarda; adezyon ve kohezyon kuvvetlerinden biri diğerinden daha büyük olabilir.



Cıva damlası
(Yüzey ıslanmaz.)

Kohezyon > Adezyon ise yani sıvı molekülleri birbirine, cismin yüzeyine tutundukları kuvvetten daha büyük bir kuvvetle tutunuyorlarsa sıvı yüzeye yayılamaz ve küresel biçimde kalır. Bu durumda sıvı, yüzeyi ıslatmaz.

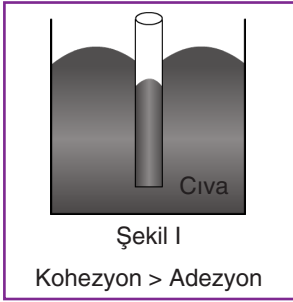


Su damlası
(Yüzey ıslanır.)

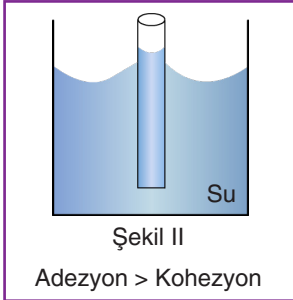
Adezyon > Kohezyon ise sıvı molekülleri birbirine, cismin yüzeyine tutundukları kuvvetten daha küçük bir kuvvetle tutunuyorlarsa sıvı yüzeye yayılır ve küresel biçimde kalmaz. Bu durumda sıvı, yüzeyi ıslatır.

Adezyon ve kohezyon olayları bir sıvının bulunduğu ortamdaki davranışını belirlemektedir.

Şekildeki özdeş kap ve kılcal cam borular kullanılarak su ve cıva ile ayrı ayrı yapılan deneylerin sonucunda;



Şekil I' de cıva yüzeyinin kendi üzerinde toplanması kohezyon etkisinin adezyon etkisinden büyük olmasından dolayı cıvanın yüzeyi dışbükey görünüme sahip olduğu,



Şekil II' de adezyon etkisi kohezyon etkisinde büyük olduğundan dolayı su yüzeyi içbükey bir görünüme sahip olduğu,

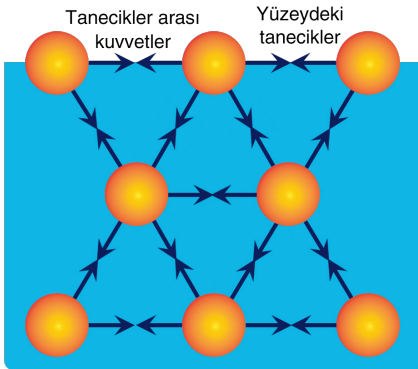
gözlemlenir.

YÜZEY GERİLİMİ

Bir kabın içinde bulunan sıvının molekülleri birbirini çeker yani bu moleküller arasında kohezyon kuvveti vardır.

Sıvı yüzeyindeki moleküllerin etrafındaki diğer sıvı molekülleri, sıvının derin kısımlarındakilerine göre daha azdır. Bundan dolayı sıvı içinde bulunan moleküllere her yöne eşit olacak şekilde kohezyon kuvveti etki eder. Bunun sonucunda sıvı yüzeyinde derin kısımlara göre daha az sayıda molekül bulunmasını sağlar ve yüzeyde bulunan sıvı molekülleri daha dirençli bir sıvı yüzeyi oluştururlar. Bu olaya **yüzey gerilimi** adı verilir.

Yüzey gerilimi, yüzeyin birim uzunluğunu gergin tutan kuvvet olarak tanımlanabilir.



Yüzey gerilimi; şematik olarak gösterildiğinde sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetleri şekildeki gibi olur.

Şekilde görüldüğü gibi sıvı yüzeyindeki moleküllere etki eden kuvvetler daha az olduğundan sıvı molekülleri arasında derin kısımlara göre daha dirençli bir yüzey oluşur.



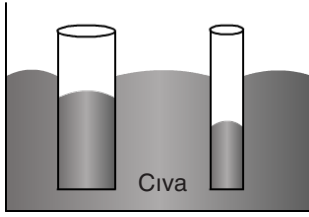
Metalden yapılmış ataş; su yüzeyine bırakıldığında suya batması gerekirken yüzey gerilimi etkisi sonucu batmamıştır.

Yüzey geriliminin büyüklüğü sıvının türüne, sıvının sıcaklığına ve sıvının saflığına bağlıdır.

- **Sıvının türü;** her sıvının kendisine özgü olan bir yüzey gerilim katsayısı vardır ve sıvının yüzey geriliminin büyüklüğünü belirler.
- **Sıvının sıcaklığı;** Sıvının sıcaklığı artırıldığında yüzey gerilimi azalır. Çünkü sıcaklık arttığında sıvı molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti zayıflar ve yüzey gerilimi azalır.
- **Sıvının saflığı;** Sıvıların içine başka bir madde eklendiğinde sıvıların saflığı bozulur.
- Suya tuz eklendiğinde; suyun yoğunluğu artar ve su molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinin artması sonucunda yüzey gerilimi artar.
- Suya; temizlik malzemesi olarak eklenen çamaşır ve bulaşık deterjanları, sabun ve şampuanlar suyun yüzey gerilimini azaltarak maddenin daha çok ıslanmasını daha kolay temizlenmesini sağlar.
- Sıvı içine bu sıvıda çözünmeyen yağ gibi başka bir sıvı eklendiğinde yüzey gerilimi bir miktar azalır.

KILCALLIK

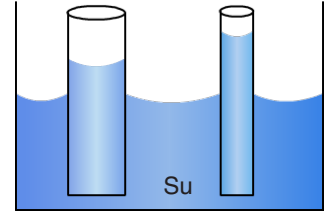
Sıvıların adezyon etkisiyle bir katı içine doğru gösterdiği yayılma eğilimine kılcallık denir. Bitkilerde toprakta bulunan suyun yapraklara kadar taşınması, sünger ve benzeri bezlerin suyu çok iyi çekmesi, gaz lambasındaki fitilin gaz yağın fitile çekerek yanması, kılcallık olayının sonuçlarıdır.



Şekil I

Kohezyon > Adezyon

Kılcallık olayı kullanılan borunun çapı ile ters orantılıdır.



Şekil II

Adezyon > Kohezyon

HAREKET KAVRAMLARI

HAREKET

Bir cismin seçilen bir referans noktasına göre yer değiştirmesine **hareket** denir.

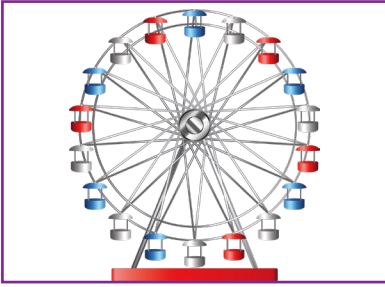
- Seyahat ederken bindiğimiz trenin, çocukken lunaparkta bindiğimiz dönme dolabın, müzik yaparken çaldığımız gitar telinin yapmış olduğu hareket çeşitlerinin neler olduğunu düşündünüz mü?
- Siz yukarıda saydığımız hareketleri sınıflandıracak olsanız nasıl bir sınıflandırma yaparsınız ve başka nasıl örnekler verirsiniz?

Hareketi üç şekilde inceleriz.



Bir hareketlinin düz bir doğrultu üzerindeki tüm noktalarının eşit miktarda ilerlemesine **öteleme hareketi** denir.

Yolda giden araba, uçan kuş, yürüyen çocuk ve ray üzerinde giden tren öteleme hareketine örnek olarak verilebilir.



Bir cismin kütle merkezinin yeri değişmeden sabit bir eksen etrafında dolanmasına **dönme hareketi** denir.

Dönme dolabın hareketi, Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki hareketi dönme hareketine örnek olarak verilebilir.



Belirli bir zaman aralığında iki nokta arasındaki gidip gelme hareketine **titreşim hareketi** denir.

Çalınan gitardaki telin hareketi, atom ve moleküllerin bulundukları yerdeki gidip gelme hareketi, sarkaç şeklindeki duvar saatlerinin hareketleri titreşim hareketine örnek olarak verilebilir.



DİKKAT

Bir cisim aynı anda birden fazla hareket çeşidini yapabilir.

Referans Noktası



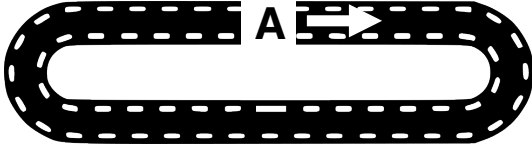
Yürüyen platform üzerindeki ve platform dışındaki insanlar

Hareketi tanımlamak ve incelemek için seçilen gözlem noktasına **referans noktası** denir.

Referans noktasına göre durgun olan cisim, başka bir referans noktasına göre hareketli olabilir. Bu durum hareketin göreceli olduğunu belirtir.

Görselde platform üzerinde duran yolcular, birbirlerini hareketsiz görürken platform dışında duran başka bir gözlemci bu yolcuları hareketli olarak görür.

Yörünge



Bir cismin hareketi sırasında izlediği yola **yörünge** denir.

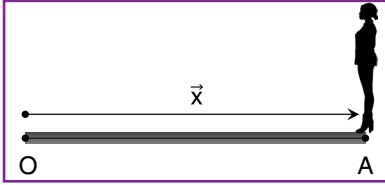
Görselde bir cismin izlediği yol elips şeklinde olduğundan yörüngeye eliptik yörünge adı verilir. Yörünge doğrusal, dairesel vb. şekillerde de olabilir.

Alınan Yol (x)

Bir cismin izlediği yörüngeye uzunluğuna **alınan yol** denir. Alınan yol skaler bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir. Yukarıdaki görselde yörüngeye A noktasından ok yönünde harekete başlayıp tekrar A noktasına gelen cismin aldığı yol yörüngeye uzunluğuna eşittir.

Konum ($\vec{x}$)

Bir cismin seçilen bir referans noktasına göre bulunduğu yerin yönlü uzaklığına **konum** denir. Konum vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir.



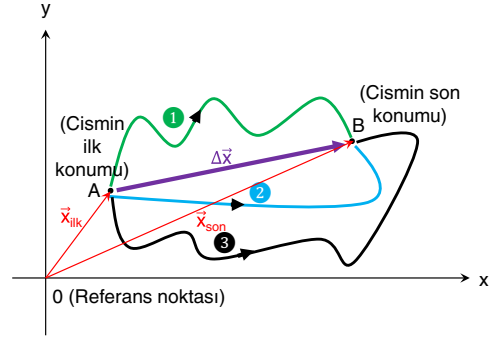
Konum vektörü $\vec{x}$

Konum vektörü şekildeki gibi O referans noktasından yönü A noktasında duran bir kişiye doğru olan bir vektördür.

Konum vektörünün büyüklüğü $|\vec{x}|$ doğru parçasının uzunluğuna eşittir.

Yer değiştirme ($\Delta\vec{x}$)

Bir cismin ilk konumundan son konumuna doğru çizilen en kısa yönlü doğrunun uzunluğuna **yer değiştirme** denir. Yer değiştirme vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi metre (m)'dir.



Yer değiştirme vektörü $\Delta\vec{x}$

Şekildeki gibi A noktasından hareketine başlayan bir cisim 1, 2 ve 3 numaralı yörüngeleri kullanarak B noktasına hareket edebilir. Cismin bu üç durum için yer değiştirmesi aynıdır.

$\Delta\vec{x}$, A noktasından B noktasına doğru çizilen yer değiştirme vektörüdür.

Yerdeğiştirme,

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$

bağıntısıyla bulunur. ($\vec{x}_{\text{ilk}}$: Cismin ilk bulunduğu konum vektörü; $\vec{x}_{\text{son}}$: Cismin son bulunduğu konum vektörü)

Hız ($\vec{v}$)

Bir hareketlinin birim zamandaki yerdeğiştirme miktarına **hız** denir. Yerdeğiştirme vektörel bir büyüklük olduğundan hız da vektörel bir büyüklüktür. Hız $\vec{v}$ sembolü ile gösterilip SI'da birimi metre/saniye (m/s)'dir.

Bir hareketli t_1 anında x_1 , t_2 anında x_2 konumunda ise hareketlinin hızı,

$$\text{Hız} = \frac{\text{Yerdeğiştirme}}{\text{Zaman}} \Rightarrow \vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

bağıntısıyla bulunur.

Sürat

Bir hareketlinin birim zamanda aldığı yola **sürat** denir.

Sürat skaler büyüklük olup v ile gösterilir. SI' da birimi m/s'dir. Sürat;

$$\text{Sürat} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Zaman}} \Rightarrow v = \frac{x}{t} \quad \text{bağıntısıyla bulunur.}$$

**KRİTİK BİLGİ**

m/s ile km/h birimleri arasında $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ veya $10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$ ilişkisi vardır.

**DİKKAT**

Hız yer değiştirmeye, sürat alınan yola bağlı olan farklı kavramlardır. Doğrusal bir yolda hareket yönünü değiştirmeden ilerleyen bir cismin hız büyüklüğü ile sürati eşittir.

Ortalama Hız

Belirli bir zaman aralığında iki nokta arasındaki toplam yer değiştirmenin geçen zamana oranına ortalama hız denir.

t_{ilk} ve t_{son} zaman aralığında x_{ilk} konumundan x_{son} konumuna gelen hareketlinin ortalama hızı;

$$\text{Ortalama Hız} = \frac{\text{Yapılan Yer değişime}}{\text{Toplam zaman}} \Rightarrow \vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}} \quad \text{bağıntısıyla bulunur.}$$

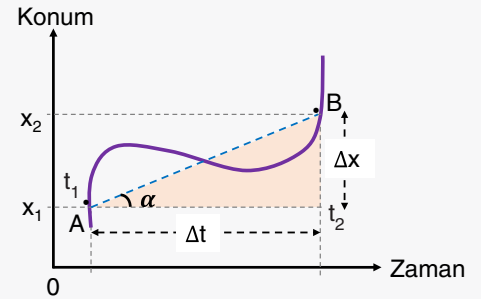
MERAKLILAR İÇİN:**Ortalama Hız**

Herhangi bir zaman aralığında hareketlinin ortalama hızı konum-zaman grafiğindeki eğri üzerinde istenilen zaman aralığının ilk ve son konumlarına karşılık gelen noktaları birleştiren doğrunun eğimine eşittir.

Konum-zaman grafiğinde hareketlinin Δt zaman aralığındaki ortalama hızı doğrunun eğimine eşittir.

Şekildeki grafikte AB doğrusunun eğimi hareketlinin t_1 ve t_2 zaman aralığındaki ortalama hızını verir.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$



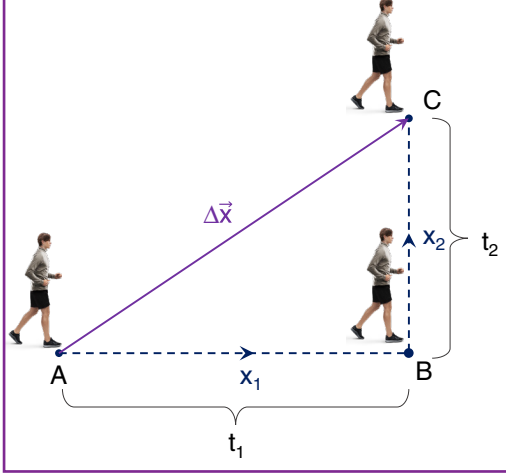
Ortalama Sürat

Belirli bir zaman aralığında toplam alınan yolun geçen toplam zamana oranına **ortalama sürat** denir.

Hareketlinin Δt zaman aralığında aldığı toplam yol x ise ortalama sürati;

$$\text{Ortalama sürat} = \frac{\text{Toplam alınan yol}}{\text{Zaman}} \Rightarrow v_{\text{ort}} = \frac{x}{\Delta t}$$

bağıntısıyla bulunur.



Ortalama hız ve ortalama sürat

Şekildeki gibi A noktasından harekete başlayan Uğur IABI yolunu t_1 sürede, IBCI yolunu t_2 sürede alarak C noktasına ulaşıyor.

Buna göre;

Uğur'un ortalama hızı;

$$\vec{v}_{\text{ort. Uğur}} = \frac{\text{Yapılan Yer değiştirme}}{\text{Toplam zaman}} = \frac{\Delta \vec{x}}{t_1 + t_2}$$

Uğur'un ortalama sürati;

$$v_{\text{ort. Uğur}} = \frac{\text{Alınan Toplam Yol}}{\text{Toplam zaman}} = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2}$$

bağıntılarıyla bulunur.

Anlık Hız ve Anlık Sürat

Bir aracın herhangi bir t anındaki hızına **anlık hız** veya **ani hız** denir.

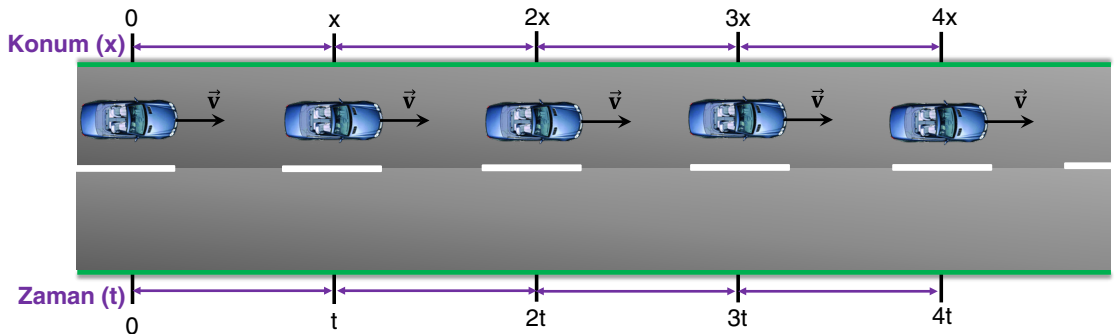
Anlık hız ile anlık süratin büyüklükleri aynıdır. Fakat anlık hız vektörel, anlık sürat skaler büyüklüktür. Hareket halindeki bir aracın göstergesinde okunan değer aracın o anki süratini verir.

DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET

Doğrusal bir yolda hareket eden bir cisim, eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmeler yapıyorsa bu cismin yaptığı harekete **düzgün doğrusal hareket** denir. Düzgün doğrusal hareket yapan bir cismin hızı sabittir ve aksi belirtilmedikçe cismin hareket yönü değişmez.

Havaalanı ve metrolarda yürüyen merdivenlerin ve bantların hızları sabittir. Bu sistemleri kullanan insanlar sistem üzerindeki konumlarını değiştirmedikçe sürece düzgün doğrusal hareket yaparlar.

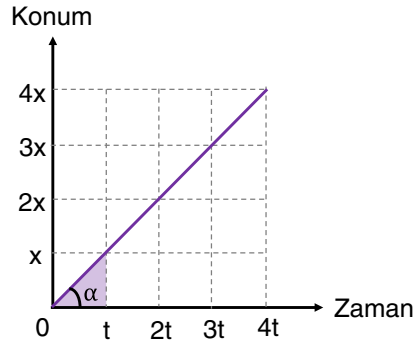
Şekilde doğrusal bir yolda sabit v büyüklüğündeki hızla hareket eden araç, her bir t sürede x büyüklüğünde yer değiştirmeler yapmaktadır.



Eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirme yapan araç

Aracın konum ve zaman verileri kullanılarak tablo haline getirildiğinde konum-zaman (x-t) grafiği aşağıdaki gibi çizilir.

Zaman (t)	0	t	2t	3t	4t
Konum (x)	0	x	2x	3x	4x



Konum-zaman grafiği



KRİTİK BİLGİ

Düzgün doğrusal harekette konum-zaman grafiğinde doğrunun eğimi her noktada aynıdır.

Konum-zaman grafiğinde doğrunun eğimi hızı verir.

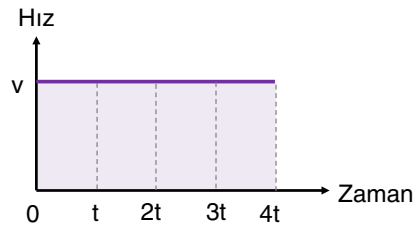
Konum zaman grafinde belirtilen taralı dik üçgen yardımıyla,

$$\text{Hız} = \text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{x}{t}$$

bağıntısı elde edilir.

Düzgün doğrusal hareket yapan aracın hızı, hareket süresince sabittir. Aracın hız ve zaman verileri kullanılarak tablo haline getirildiğinde hız-zaman (v-t) grafiği aşağıdaki gibi çizilir.

Zaman (t)	0	t	2t	3t	4t
Hız (v)	v	v	v	v	v



KRİTİK BİLGİ

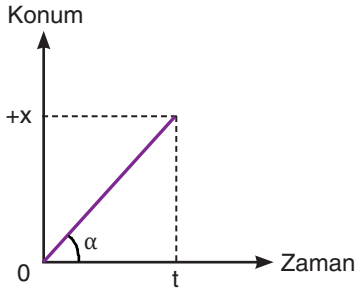
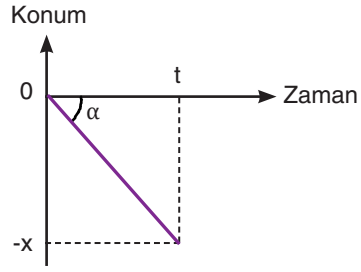
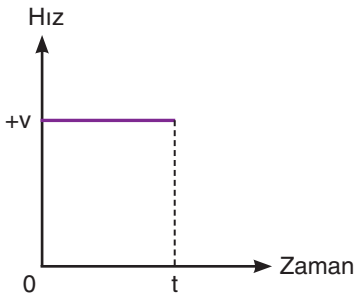
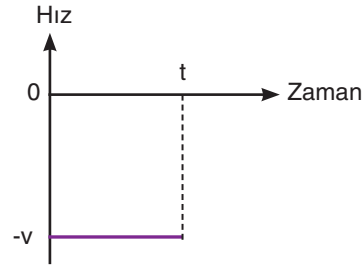
Hız-zaman grafiğinde doğru ile zaman eksenini arasında kalan alan yer değiştirmeyi verir.

Yer değiştirme = Alan

$$\Delta x = v \cdot t$$

Hız-zaman grafiğinde doğru, zaman eksenine paraleldir.

DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET GRAFİKLERİ

• +x yönünde konum-zaman (x-t) grafiği• -x yönünde konum-zaman (x-t) grafiği• +x yönünde hız- zaman (v-t) grafiği• -x yönünde hız- zaman (v-t) grafiği

YEŞİL DALGA SİSTEMİ



Yeşil dalga uyarı levhası

Yeşil dalga, sık aralıklarla trafik ışığı bulunan yollarda yaşanan araç yoğunluğunu azaltacak alternatif bir uygulamadır. Yol üzerinde bulunan yeşil dalga sistemindeki sürat levhalarında yazan değer, ortalama sürati ifade etmektedir. Yeşil dalga sistemindeki levhalarda yazan ortalama sürat değerlerine uygun hızda hareket eden araç sürücülerini bir sonraki ve daha sonraki kırmızı ışıklara yakalanmadan seyahatlerini yapabilirler. Bu sayede trafik yoğunluğu önlenmiş olur.

Bu uygulamanın en temel amaçlarından biri de zamandan ve yakıttan tasarruf sağlayıp, ülke ekonomisine destek olmaktır.

İVME KAVRAMI

İvme

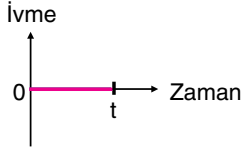
Birim zamandaki hız değişimine **ivme** denir.

İvme $\vec{a}$ sembolüyle gösterilir. İvme vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi m/s^2 'dir.

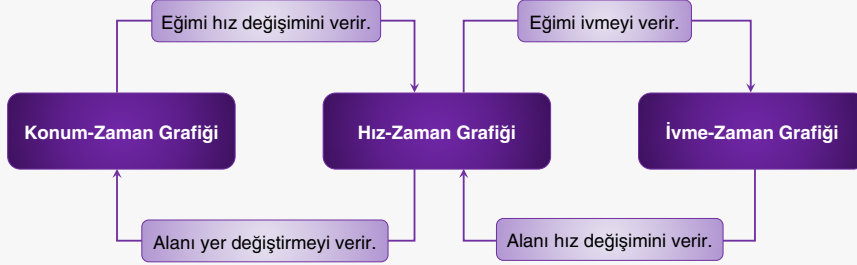
- Bir cismin hızı artıyor veya azalıyorsa cisim ivmeli hareket yapar.
- Bir cismin ivmesi sıfırdan farklı ve değişmiyorsa yani sabitse cismin hızı her saniye ivme büyüklüğü kadar artar (düzgün hızlanan hareket) veya azalır (düzgün yavaşlayan hareket).

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}}$$

- Sabit hızlı hareket yapan bir cismin ivmesi sıfırdır.
- Bir cismin ivmesi sıfırsa cisim ya duruyordur ya da sabit hızlı hareket yapıyordur.
- Sabit hızlı hareket yapan cismin ivme - zaman (a-t) grafiği



KRİTİK BİLGİ



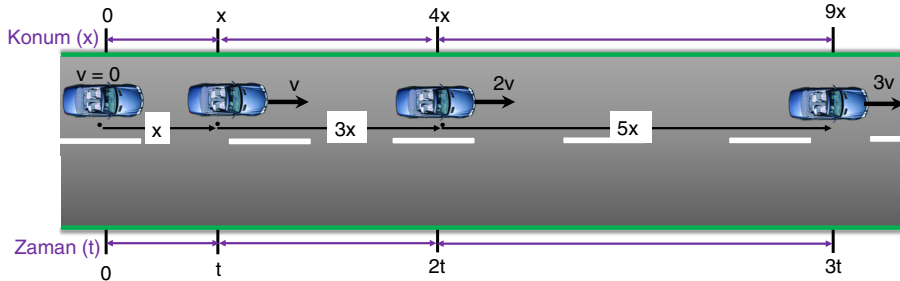
Konum-zaman grafiği, hız-zaman grafiği, ivme-zaman grafiği arasındaki dönüşümler

DÜZGÜN HIZLANAN DOĞRUSAL HAREKET

Hızın birim zamanda düzgün arttığı hareket türüne **düzgün hızlanan doğrusal hareket** denir.

Bu harekette hız, zamana bağlı olarak düzgün değiştiği için hız ile aynı yönlü sabit bir ivme vardır. Doğrusal bir yolda durgun halden harekete geçen ve +x yönünde sabit ivmeyle hızlanan bir aracın hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda artar.

Şekildeki aracın hızının büyüklüğü her t sürede v kadar artmış ve hız büyüklüğü sırasıyla v, 2v ve 3v olmuştur.



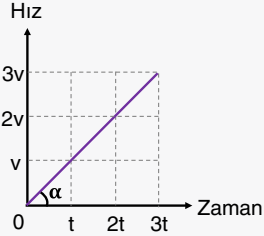
Düzgün hızlanan hareket yapan araç



KRİTİK BİLGİ

Düzgün hızlanan harekette;

- Cismin ivmesi sabittir.
- Hız - zaman grafiğinde doğrunun eğimi ivmenin büyüklüğünü verir.
- Doğrunun eğimi her noktada aynıdır.



Hız-zaman grafiği

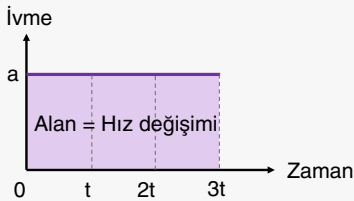
$$\text{Eğim} = \tan \alpha = a = \frac{v-0}{t-0} = \frac{v}{t}$$

- Durgun halden harekete başlayan ve doğrusal hareket yaparak düzgün hızlanan cisim her t sürede yer değiştirme büyüklükleri $x, 3x, 5x, \dots$ olacak şekilde artar.



KRİTİK BİLGİ

Düzgün hızlanan hareket yapan bir cismin;



İvme-zaman grafiği

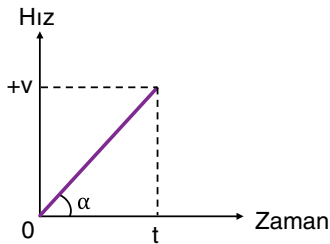
- İvme - zaman grafiğindeki doğru ile zaman eksenini arasında kalan alan hızdaki değişim miktarını verir.

$$\text{Hız değişimi} = \text{Alan}$$

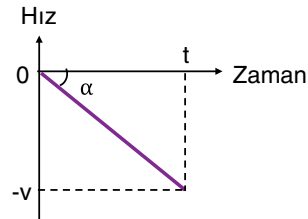
$$\Delta v = a \cdot t$$

DÜZGÜN HIZLANAN DOĞRUSAL HAREKET GRAFİKLERİ

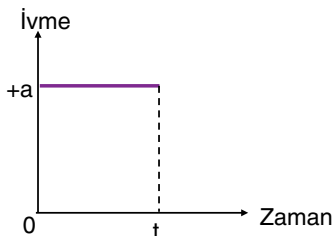
- +x yönünde düzgün hızlanan doğrusal hareket yapan cisme ait hız-zaman (v-t) grafiği



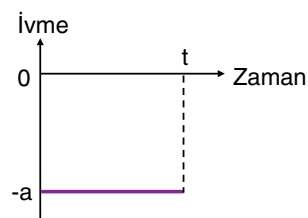
- -x yönünde düzgün hızlanan doğrusal hareket yapan cisme ait hız-zaman (v-t) grafiği



- +x yönünde düzgün hızlanan doğrusal hareket yapan cisme ait ivme-zaman (a-t) grafiği



- -x yönünde düzgün hızlanan doğrusal hareket yapan cisme ait ivme-zaman (v-t) grafiği

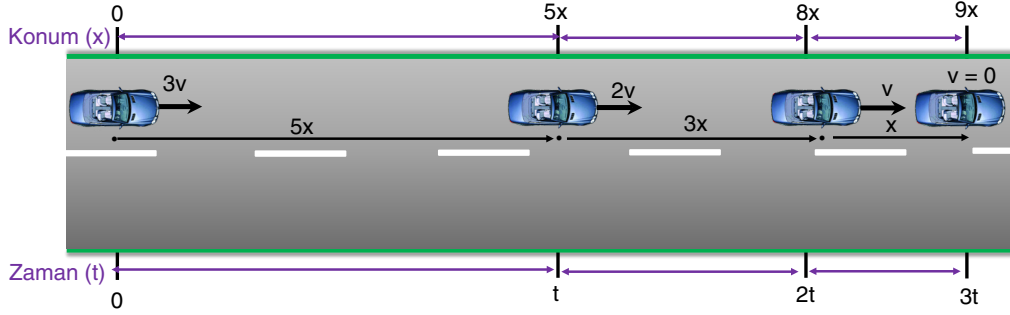


DÜZGÜN YAVAŞLAYAN DOĞRUSAL HAREKET

Hızın birim zamanda düzgün olarak azaldığı hareket türüne **düzgün yavaşlayan doğrusal hareket** denir.

Bu harekette hız, zamana bağlı olarak düzgün değiştiği için hız ile zıt yönlü sabit bir ivme vardır. Doğrusal ve düz bir yolda +x yönünde sabit ivmeyle yavaşlayan bir aracın hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda azalır.

Şekildeki aracın hızının büyüklüğü her t sürede v kadar azalmış ve hız büyüklüğü sırasıyla 3v, 2v, v ve 0 olmuştur.

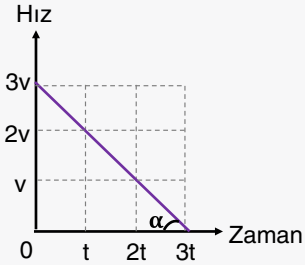


Düzgün yavaşlayan hareket yapan araç



KRİTİK BİLGİ

Düzgün yavaşlayan harekette;



Hız-zaman grafiği

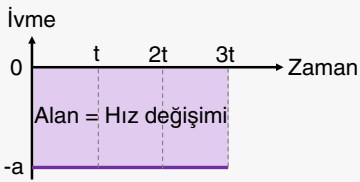
- Cismin ivmesi sabittir.
- Hız - zaman grafiğinde doğrunun eğimi, ivmenin büyüklüğünü verir.
- Doğrunun eğimi her noktada aynıdır.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = a = \frac{0 - v}{3t - 2t} = -\frac{v}{t}$$



KRİTİK BİLGİ

Düzgün yavaşlayan hareket yapan bir cismin;



İvme-zaman grafiği

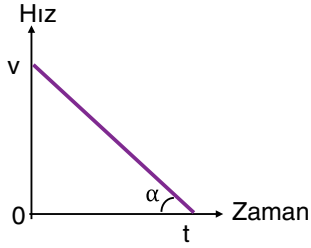
İvme - zaman grafiğindeki doğru ile zaman ekseninde kalan alan hızdaki değişim miktarını verir.

$$\text{Hız değişimi} = \text{Alan}$$

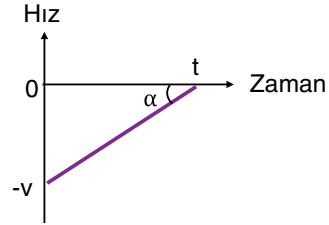
$$\Delta v = -a \cdot t$$

DÜZGÜN YAVAŞLAYAN DOĞRUSAL HAREKET GRAFİKLERİ

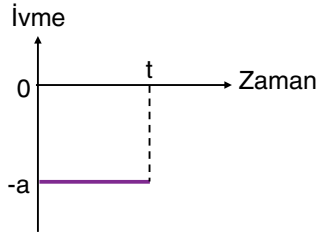
- +x yönünde düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapan cisme ait hız-zaman (v-t) grafiği



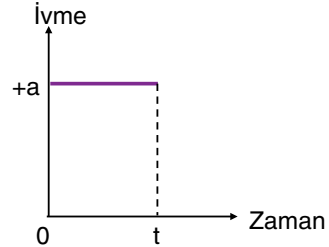
- -x yönünde düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapan cisme ait hız-zaman (v-t) grafiği



- +x yönünde düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapan cisme ait ivme-zaman (a-t) grafiği



- -x yönünde düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapan cisme ait ivme-zaman (a-t) grafiği



Hareket göreceli bir kavramdır.

İki cismin birbirlerine göre konumları sabitse bu cisimler birbirlerine göre hareketsizdir.

Otoyolda bizim bulunduğumuz araçla aynı yönde ve aynı hızla giden aracı hareketsiz olarak görürüz.

İki cismin birbirlerine göre konumları değişirse bu cisimler birbirlerini hareketli olarak görürler.

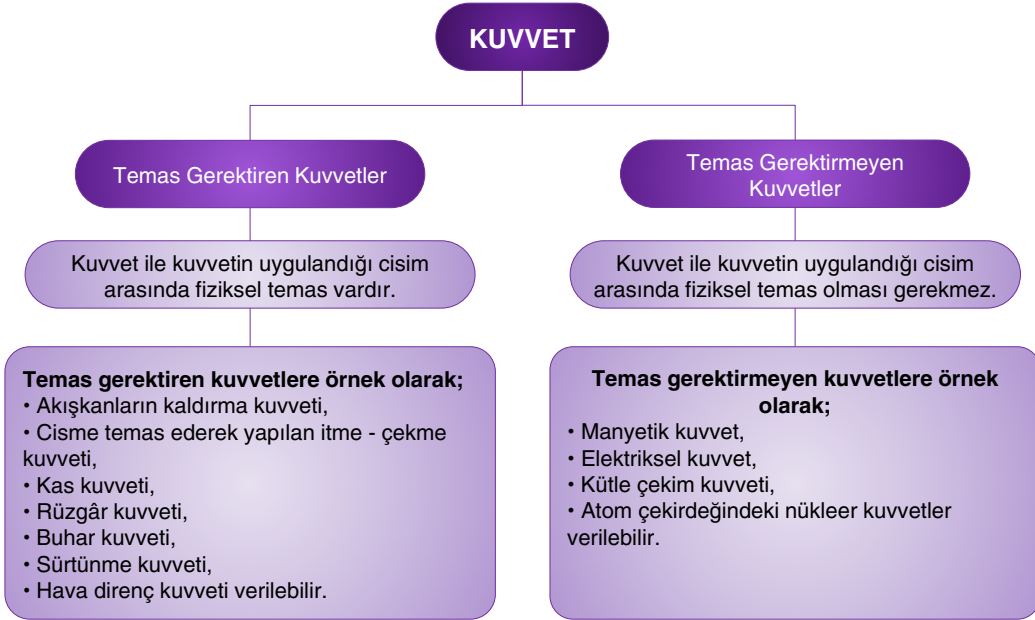
Uzaydan Dünya'ya bakan bir astronot, bize göre durgun olan binaları hareket ediyormuş gibi görür.

KUVVET KAVRAMI

KUVVET

Duran cisimleri harekete geçiren, hareket halindeki cisimleri hızlandıran, yavaşlatan ve durduran, cisimlerin hareket doğrultularını ve yönlerini değiştiren, cisimlerde şekil değişikliği yapabilen ve cisimleri döndürebilen etkiye kuvvet denir. Kuvvet vektörel bir büyüklük olup $\vec{F}$ sembolü ile gösterilir. Kuvvet dinamometre ile ölçülür.

SI birim sisteminde kuvvet birimi Newton (N)'dir.

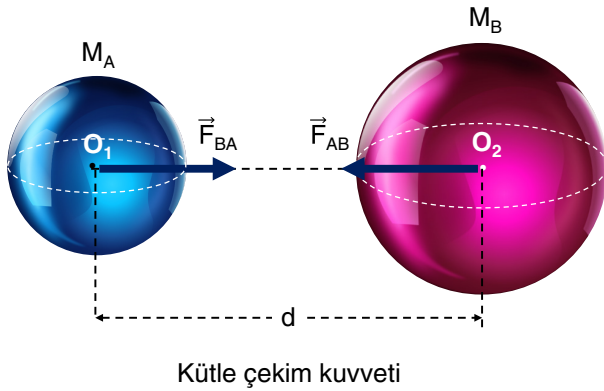


Doğada var olan bütün kuvvetlerin kaynağı temas gerektirmeyen kuvvetler olup, kendi içinde dört gruba ayrılır.



KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ

Kütlesi olan bütün cisimler, birbirine çekme kuvveti uygularlar. Kütle çekim kuvveti Newton tarafından "İki cisim arasında oluşan kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü; cisimlerin kütlelerinin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır." şeklinde tanımlanmıştır.



Kütle çekim kuvvetinin menzili sonsuz olup sonsuzda sıfır olur. Aralarında d uzaklığı olan M_A ve M_B kütleli A ve B cisimleri birbirlerine eşit ve zıt yönlü olacak şekilde çekme kuvveti uygularlar.

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

$$|\vec{F}_{BA}| = |\vec{F}_{AB}| = F$$

$\vec{F}_{AB}$: A cisminin B cismine uyguladığı çekme kuvveti

$\vec{F}_{BA}$: B cisminin A cismine uyguladığı çekme kuvveti

G: Evrensel çekim sabiti olup değeri $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ dir.

d: Cisimlerin merkezlerini birleştiren doğru parçasının uzunluğu olmak üzere, A ve B cisimleri arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü;

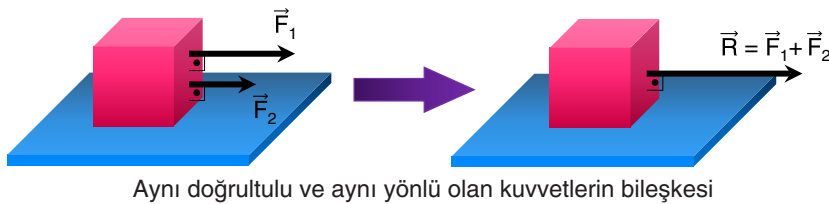
$$F = G \cdot \frac{M_A \cdot M_B}{d^2}$$

bağıntısıyla bulunur.

BİLEŞKE KUVVET (NET KUVVET)

Bir cisme etki eden kuvvetlerin toplamına ya da birden çok kuvvetin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen kuvvete **bileşke kuvvet** veya **net kuvvet** denir.

Bileşke kuvvet $\vec{R}$ veya $\vec{F}_{\text{NET}}$ sembolüyle gösterilir.



Aynı doğrultulu ve aynı yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi; kuvvetlerin büyüklüklerinin toplamı ile bulunur. Bileşke kuvvetin yönü kuvvetlerle aynı yöndedir.

Bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 + F_2$ ile bulunur.



Aynı doğrultulu ve zıt yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi; büyük kuvvetin büyüklüğünden küçük kuvvetin büyüklüğü çıkarılarak bulunur. Bileşke kuvvetin yönü büyük kuvvetle aynı yöndedir.

$|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$ olmak şartıyla bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 - F_2$ ile bulunur.



KRİTİK BİLGİ

•Yatay zemin üzerinde durmakta olan cisimler, daima bileşke kuvvet yönünde hareket ederler. Cisimler yatay zeminde hareket halindeyse hareket yönündeki bileşke kuvvet cismi hızlandırır, harekete zıt yöndeki bileşke kuvvet cismi yavaşlatır.

•Bileşke kuvvet sıfırda cisim duruyor veya sabit hızlı hareket yapıyordur.

DENGELENMİŞ VE DENGELENMEMİŞ KUVVETLER

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet (bileşke kuvvet) sıfırda cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir.

Dengede olan cisimler duruyorsa durmaya devam ederler. Hareket halindelerse o andaki hızlarıyla hareket doğrultularında sabit hızla hareketlerine devam ederler. Bu durumdaki cisimlere etki eden kuvvetlere **dengelenmiş kuvvetler** denir. Örneğin masa üzerinde bulunan bir kitap, sabit hızla giden bir araç, ağaçta asılı duran meyve dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir.

Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfırdan farklı ise cisim **dengelenmemiş kuvvetlerin** etkisi altındadır.

Örneğin hızlanan bir araç, ağaçtan kopan meyve, rüzgarda kuruyan çamaşırlar dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindedir.

NEWTON'IN HAREKET YASALARI

"İki cisim birbirini nasıl çeker?"



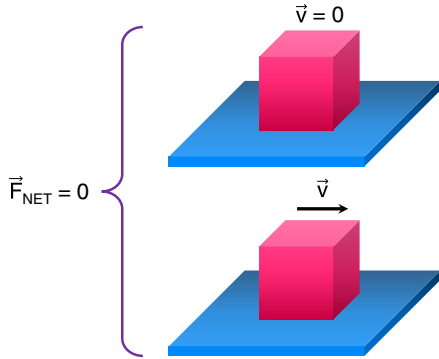
Newton yıldızları ve gezegenleri gökyüzünde tutan etki ile elmayı yere düşüren etkinin aynı şey olduğunu öne sürerek yukarıdaki soruya cevap aramış ve bulmuştur.

Newton'a göre cisimler birbirlerini kütle çekim kuvveti ile çekmektedir. Kütle Çekim Yasası adı verilen bu yasa evrendeki her şey için geçerli olduğundan evrensel bir yasa olmuştur. Mekanik biliminin temelini oluşturan Evrensel Kütle Çekim Yasası sayesinde insanlar, Ay'a ayak basmış, yeni gezegenler keşfedilmiştir.

NEWTON'IN I. HAREKET YASASI (EYLEMSİZLİK PRENSİBİ)

Cisimlerin mevcut hareket durumlarını koruma isteğine veya cismin kütlesinden dolayı hareket durumunu değiştirmeye yönelik etkilere karşı koyma eğilimine eylemsizlik denir. Yani bir cismin hızında meydana gelecek değişime direnmesi o cismin eylemsizliğidir. Eylemsizlik maddelerin ortak özelliklerindendir.

Bir cisme etki eden dış kuvvetlerin bileşkesi (net kuvvet) sıfırsa duran cisim durmaya, hareket halindeki cisim hareketini sabit hızla sürdürmeye devam eder. Bu ifadeye **eylemsizlik yasası** denir.

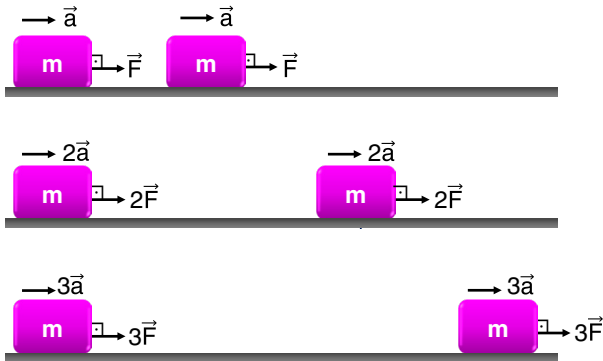


Cisim duruyorsa durmasına devam eder.

Cisim hareket halindeyse sabit hızla hareketine devam eder.

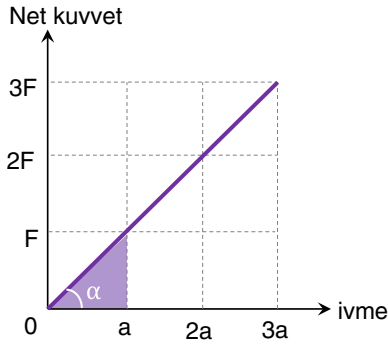
NEWTON'IN II. HAREKET YASASI (TEMEL PRENSİP)

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cisim ivmeli hareket yapar.



Yandaki şekillerde sürtünmesiz yüzeyde duran m kütleli cisme sırasıyla uygulanan F , $2F$ ve $3F$ büyüklüğündeki kuvvetler, uygulanan kuvvetlerle doğru orantılı olarak cisme sırasıyla a , $2a$ ve $3a$ büyüklüğündeki ivmeleri kazandırmıştır.

- Kuvvet-ivme grafiğinde doğrunun eğimi cismin kütlesini verir.



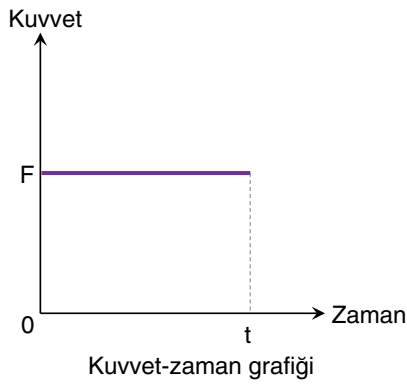
Kuvvet-ivme grafiği

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit} = m \text{ olur.}$$

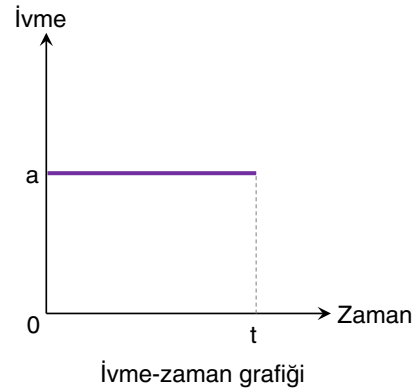
Buna göre,

$$\vec{F}_{\text{NET}} = m \cdot \vec{a} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

- Cismin kütlesi sabit olmak şartıyla; kuvvet-zaman grafiği ile ivme-zaman grafiği şekil olarak aynıdır.



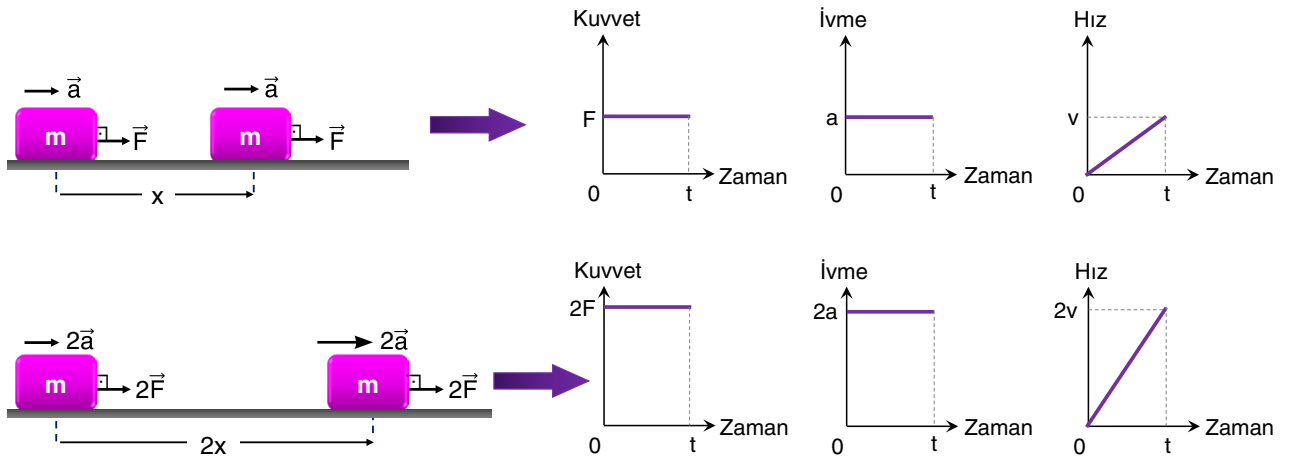
Kuvvet-zaman grafiği



İvme-zaman grafiği

GRAFİKLER VE ANLAMLARI

Durgun halde bulunan m kütleli cisme sırasıyla F ve 2F büyüklüğündeki kuvvetler etki ettiğinde m kütleli cisme ait kuvvet-zaman (F-t), ivme-zaman (a-t) ve hız-zaman (v-t) grafikleri aşağıdaki gibi olur.



AĞIRLIK VE YER ÇEKİMİ İVMESİ

Bir gezegenin yüzeyindeki bir cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetine **ağırlık** denir.

- Ağırlık vektörel büyüklük olup dinamometre ile ölçülür.
- SI birim sisteminde birimi Newton (N)'dir.
- $\vec{G}$ sembolü ile gösterilir.

Bir gezegen üzerinde bulunan birim kütleyle uygulanan kütle çekim kuvvetine gezegenin çekim ivmesi denir.

- $\vec{g}$ sembolü ile gösterilir.
- SI birim sisteminde birimi N/kg'dir.
- Dünya'da yer çekimi ivmesi adını alır.
- Dünya'da yer çekimi ivmesi ortalama olarak $g = 9,81 \text{ N/kg}$ büyüklüğünde olup hesaplamalarda kolaylık sağlaması için $g = 10 \text{ N/kg}$ alınır.



Dinamometre çeşitleri

**DİKKAT**

Dünya'da m kütleli bir cismin ağırlığı; $\vec{G} = m \cdot \vec{g}$ bağıntısıyla bulunur.

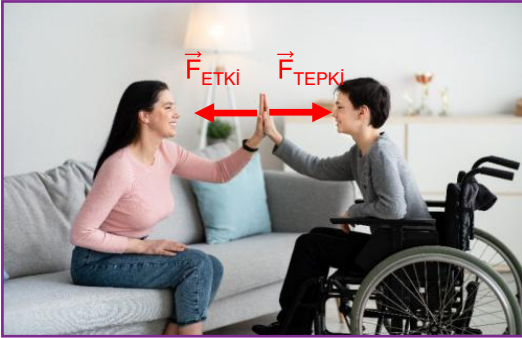
**KRİTİK BİLGİ**

Ağırlık ve kütle kavramları birbirlerine karıştırılmamalıdır.

- Kütle değişmeyen madde miktarı olup eşit kollu terazi ile ölçülür.
- Ağırlık ise cismin bulunduğu gezegenin cisme uyguladığı çekim kuvveti olup dinamometre ile ölçülür.

**KRİTİK BİLGİ**

Dünya yüzeyinde yer çekimi ivmesinin büyüklüğü ekvator bölgesinde yaklaşık olarak $9,78 \text{ N/kg}$ olup kutuplara doğru gidildikçe artar ve kutup bölgelerinde yer çekimi ivmesinin değeri yaklaşık olarak $9,84 \text{ N/kg}$ olur.

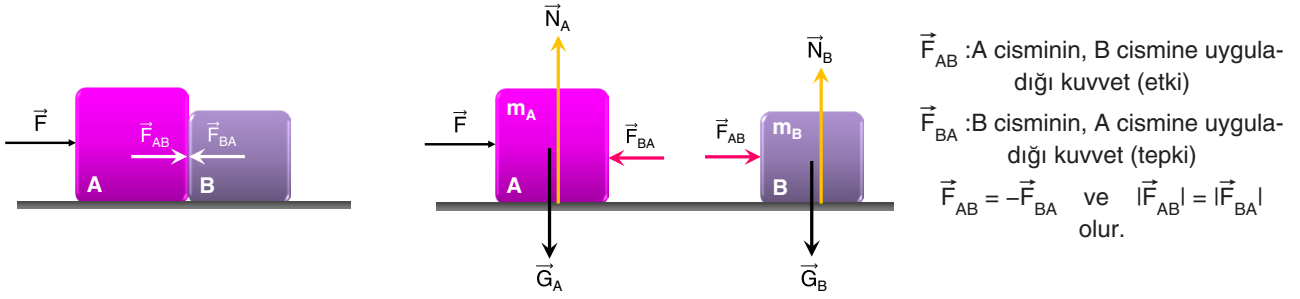
NEWTON'IN III. HAREKET YASASI (ETKİ-TEPKİ PRENSİBİ)

Görselde tekerlekli sandalyede oturan erkek, avucunun içiyle karşısında oturan kadının elini iterse kadının eli de erkeğe aynı büyüklükte fakat zıt yönde bir kuvvet uygular ve erkek de bu kuvvetin etkisiyle geriye doğru hareket eder.

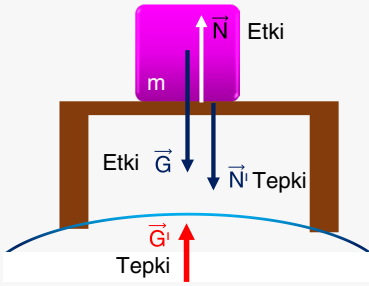
Tepki Kuvveti

Zeminin düz veya eğimli olması önemli olmaksızın üzerinde duran veya hareket eden cisimlere; zemin tarafından uygulanan, yönü zemine dik olan kuvvettir.

- Bir A cismi, bir B cisminde bir kuvvet uyguladığında; B cismi de A cisminde eşit büyüklükte fakat zıt yönde bir tepki kuvveti uygular.
- Evrende her etki kuvvetine karşılık eşit büyüklükte ve zıt yönlü olacak şekilde bir tepki kuvveti vardır. Etkileşim halinde olan iki cisimden her biri üzerine kuvvet etki eder. Buna göre mekanik kuvvetler çift halindedir ve hiçbir mekanik kuvvet tek olamaz. Bu kuvvet çiftlerine etki-tepki kuvveti adı verilir.
- Etki ve tepki kuvvetleri eşit büyüklükte ve zıt yönde olmalarına rağmen birbirlerini dengelemezler. Çünkü etki ve tepki kuvvetleri aynı cisim üzerinde değil, farklı cisimler üzerine etki ederler.
- Temas gerektiren ve temas gerektirmeyen kuvvetler; etki-tepki kuvvet çifti oluşturur.



KRİTİK BİLGİ



Cismin ağırlığı $\vec{G}$ temas kuvveti olup o cismin üzerine Dünya'nın uyguladığı çekim kuvvetidir. Masanın üzerindeki cisme Dünya cismin kütlesinden dolayı bir $\vec{G}$ kuvveti uygular. Aynı zamanda cisim de Dünya'nın bu etkisine karşı Dünya'ya $\vec{G}'$ tepki kuvvetini uygular.

$$\vec{G} = -\vec{G}' \text{ ve } |\vec{G}| = |\vec{G}'|$$

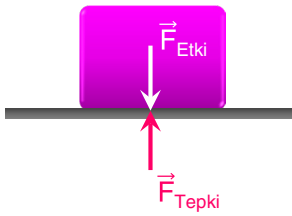
olup bunlar etki-tepki kuvvetleridir.

Masa, aşağıdan yukarıya doğru cisim üzerine $\vec{N}$ ile gösterilen bir etki kuvveti uygular. Bu kuvvet normal (dik) kuvvettir. Normal kuvvet bir temas kuvvetidir ve cismin aşağı yönlü olan $\vec{G}$ ağırlığını dengelemek için gereken büyüklüğe eşittir.

Burada $\vec{G}$ ve $\vec{N}$ etki-tepki kuvvet çifti değildir. Çünkü bunların her ikisi de aynı cisme yani cisme etki ederler. $\vec{N}$ normal kuvvetinin tepki kuvveti $\vec{N}'$ dir ve N normal kuvvetine karşı cisim tarafından masaya uygulanan kuvvettir.

Buna göre bu örnekte etki-tepki kuvvet çiftleri

$$\vec{G} = -\vec{G}' \text{ ve } \vec{N} = -\vec{N}' \text{ olur.}$$



Şekilde cismin bulunduğu yüzeye uyguladığı etki kuvvetinin büyüklüğü, cismin $\vec{G}$ ağırlığının büyüklüğüne eşittir.

$$\vec{F}_{ETKI} = \vec{G}$$

Cismin bulunduğu yüzey tarafından cisme uygulanan tepki kuvvetinin büyüklüğü, $\vec{N}$ normal kuvvetin büyüklüğüne eşittir.

$$\vec{F}_{TEPKI} = \vec{N}$$

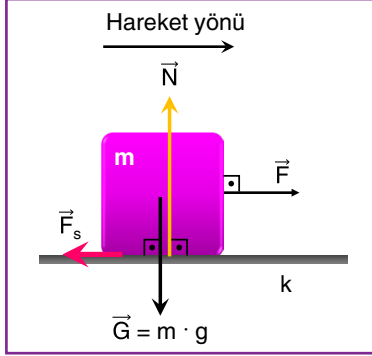
$$\vec{F}_{ETKI} = -\vec{F}_{TEPKI} \text{ ve } |\vec{F}_{ETKI}| = |\vec{F}_{TEPKI}| \text{ olduğundan } |\vec{G}| = |\vec{N}| \text{ olur.}$$

- Birbiriyle etkileşim halinde olan cisimler arasındaki mekanik kuvvetler, elektrik yüklü iki cismin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvet, iki cisim arasındaki kütle çekim kuvveti, iki mıknatısın birbirlerine uyguladıkları manyetik kuvvet etki-tepki kuvvet çiftlerine örnek olarak verilebilir.

SÜRTÜNME KUVVETİ

Durmakta olan cisimlerin harekete geçmesini engellemeye çalışan, hareket halindeki cisimlerin hareket etmesini zorlaştıran kuvvete **sürtünme kuvveti** denir.

Bir yüzeyde kayarak ilerleyen cisimlere etki eden sürtünme kuvveti genellikle cismin hareket yönüne zıt yönde olur.



$$\vec{G} = -\vec{N} \quad \text{ve} \quad |\vec{G}| = |\vec{N}| = m \cdot g$$

Sürtünme kuvveti;

- Sürtünen yüzeylerin cinsine bağlıdır.
- Cisme yüzeyin uyguladığı tepki kuvveti ile doğru orantılıdır. Bu yüzden yatay düzlemde cisme bir dış kuvvet uygulanmadığında sürtünme kuvveti cismin ağırlığı ile doğru orantılıdır.
- Sürtünen yüzeylerin büyüklüğüne bağlı değildir.

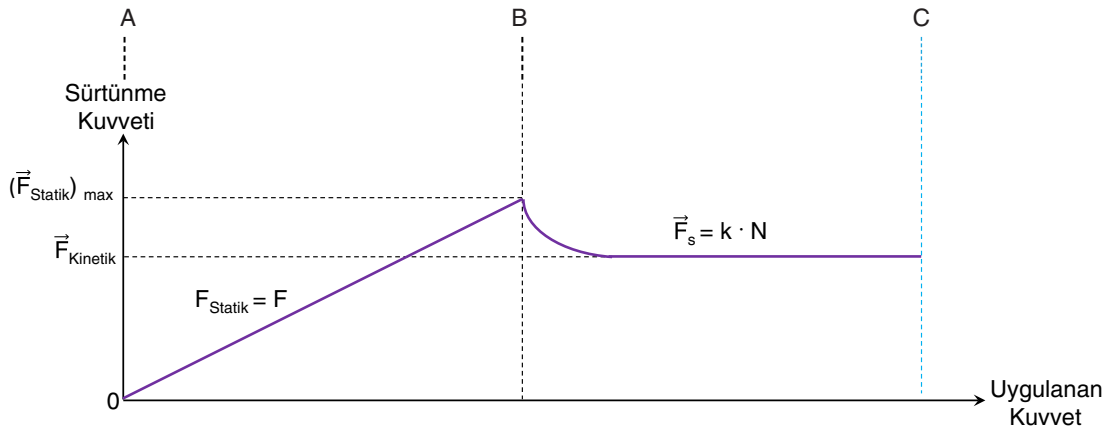
Sürtünme kuvveti, $\vec{F}_s = k \cdot \vec{N}$ bağıntısıyla hesaplanır.

$\vec{N}$: Yer in cisme uyguladığı tepki kuvveti

k: Sürtünen yüzeylerin cinsine bağlı katsayı

STATİK VE KİNETİK SÜRTÜNME KUVVETİ

Sürtünme kuvveti durgun ya da hareketli cisimler için statik sürtünme kuvveti ve kinetik sürtünme kuvveti olarak ifade edilir. Zorlamaya karşı oluşan sürtünme kuvvetine statik sürtünme kuvveti, harekete karşı (kayma hareketine) oluşan sürtünme kuvvetine kinetik sürtünme kuvveti denir.



Statik Sürtünme Kuvveti

Duran cisimlerin harekete geçme anına kadar cisme etki eden sürtünme kuvvetidir. $\vec{F}_{\text{Statik}}$ sembolü ile gösterilir.

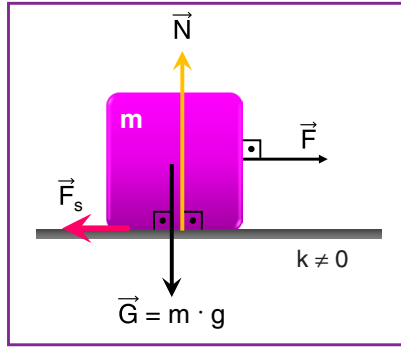
Cismin hareket etmesi, cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğüne bağlıdır.

- Şekildeki grafikte AB arasında kalan bölgede cisim hareketsiz olduğundan bu bölgeye statik bölge adı verilir.
- AB arasında statik sürtünme kuvveti cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğüne eşittir.
- Duran cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden büyük olduğu anda cisim harekete başlar.

Kinetik Sürtünme Kuvveti

Kayarak öteleme hareketi yapan cisimlere etki eden sürtünme kuvvetidir. $\vec{F}_{\text{Kinetik}}$ sembolü ile gösterilir.

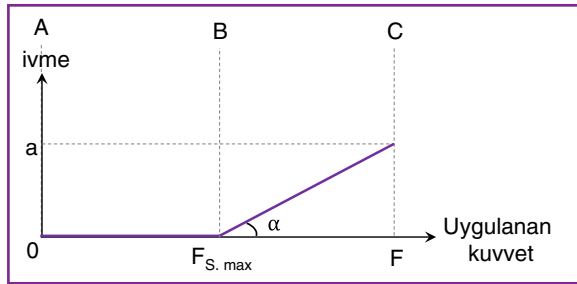
- Şekildeki grafikte BC arasında kalan bölgede cisim net kuvvetin etkisinde kalarak ivmeli hareket yaptığından bu bölgeye kinetik bölge adı verilir.
- BC arasında cisme kinetik sürtünme kuvveti etki eder.
- Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden daha küçüktür.



Şekildeki gibi durmakta olan cisme büyüklüğü artan bir $\vec{F}$ kuvveti uygulandığında, cisme etki eden statik sürtünme kuvveti cismin harekete geçme anına kadar devam eder ve büyüklüğü daima uygulanan kuvvetin büyüklüğüne eşittir.

$\vec{F}$ kuvveti $F_{\text{Statik}} = k_s \cdot \vec{N}$ değerini aştığı anda, cisim $\vec{F}$ kuvveti yönünde kaymaya başlar ve cisme kinetik sürtünme kuvveti etki etmeye başlar.

Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü $\vec{F}_{\text{Kinetik}} = k_k \cdot \vec{N}$ bağıntısıyla bulunur.



İvme-Uygulanan Kuvvet grafiği, sürtünmeli yatay düzlemde duran bir cisme etki eden düzleme paralel kuvvet ile cismin kazandığı ivme arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü;

$$F_{\text{NET}} = F - F_{\text{S,max}} \text{ ile bulunur.}$$

Grafiğin eğimi

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{1}{m} = \frac{a}{F - F_{\text{S,max}}} \text{ olarak hesaplanır.}$$



Kaymadan yapılan hareketlerde yani dönme hareketinde statik sürtünme kuvveti etkilidir.

Statik sürtünme kuvveti hareketle aynı yönde ya da hareketle zıt yönde olabilir.

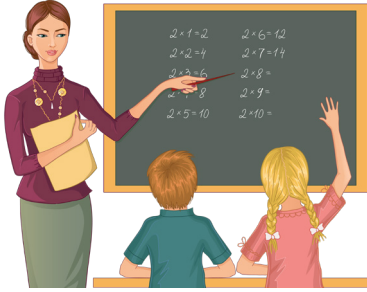
İŞ, ENERJİ VE GÜÇ KAVRAMLARI

İŞ

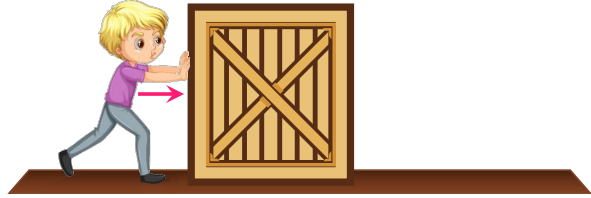
Fiziksel olarak iş kavramı ve günlük yaşamda kullanılan iş kavramının anlamları farklıdır.

İş; sistemlerde enerji değişimine sebep olan faaliyetlerin tamamı olarak tanımlanır. İş, W sembolüyle gösterilir. İş, türetilmiş ve skaler bir büyüklük olup SI'da birimi Newton · metre = Joule (J)'dür.

Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için cisme uygulanan kuvvetin yola paralel bir bileşeni olmalıdır. Hareket doğrultusuna dik olan kuvvet fiziksel anlamda iş yapmaz.

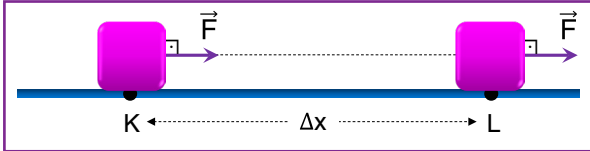


Derste tahta önünde hareket etmeyen öğretmen fiziksel anlamda iş yapmaz fakat elindeki kitabı yukarı doğru kaldırırsa iş yapmış olur.



Yerde durmakta olan sandığa bir kuvvet uygulayarak sandığın yer değiştirmesini sağlayan bir çocuk fiziksel anlamda iş yapmaktadır.

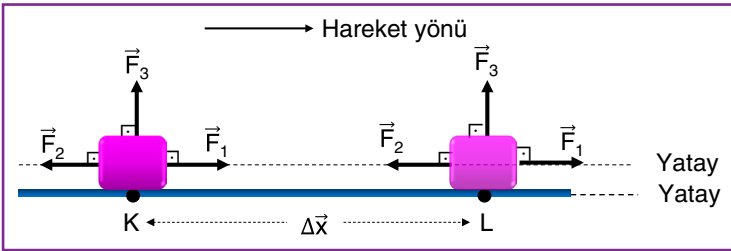
Fiziksel anlamda iş, kuvvet ile kuvvet doğrultusunda yapılan yer değiştirmenin çarpımı ile hesaplanır.



Sürtünmesiz ortamda şekildeki cisme yola paralel olarak uygulanan kuvvetin yaptığı iş,

İş = (Kuvvet) · (Kuvvet doğrultusundaki yer değiştirme)

$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x}$ olur.



Cisme hareket yönünde uygulanan $\vec{F}_1$ kuvvetinin yaptığı iş, pozitif (+) olur. $W_1 = F_1 \cdot \Delta x$

Cisme hareket yönüne zıt yönde uygulanan $\vec{F}_2$ kuvvetinin yaptığı iş, negatif (-) olur. $W_2 = -F_2 \cdot \Delta x$

Cismin hareket doğrultusuna dik olarak uygulanan kuvvetler iş yapmaz. Bu nedenle $\vec{F}_3$ kuvvetinin yaptığı iş sıfırdır. $W_3 = 0$

Net kuvvetin yaptığı iş;

$$W_{NET} = \vec{F}_{NET} \cdot \vec{\Delta x}$$

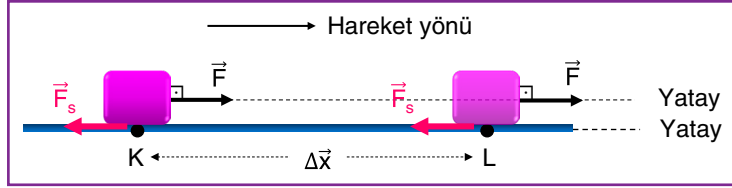
$$W_{NET} = (F_1 - F_2) \cdot \Delta x$$

$$W_{NET} = (F_1 \cdot \vec{\Delta x} - F_2 \cdot \Delta x)$$

$$W_{NET} = W_1 - W_2$$

bağıntısıyla bulunur.

Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı İş



Şekildeki gibi bir cisim sürtünmeli yüzeyde hareket ettiğinde cisme etki eden sürtünme kuvveti ($\vec{F}_s$) bir iş yapar.

Hareket esnasında sürtünme kuvveti yer değiştirmeye zıt yönde olduğundan, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş negatif olup sürtünmeden kaynaklı ısıya dönüşen enerjiye eşittir.

Buna göre sürtünme kuvvetinin yaptığı iş;

$$W_s = \vec{F}_s \cdot \Delta \vec{x}$$

bağıntısı ile bulunur.

İş ile Enerji Arasındaki İlişki

Günlük hayatta bir işin yapılabilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu nedenle en genel tanımı ile enerji, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bir cisim üzerinde iş yapıldığında, cisme enerji aktarılır.

İş-Enerji teoremi: "Bir cisim üzerine yapılan iş, cismin enerjisindeki değişime eşittir." şeklinde ifade edilir.

Yapılan iş W ve cismin enerjisindeki değişim ΔE olmak üzere iş-enerji teoreminin matematiksel modeli;

$$W = \Delta E$$

$$W = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

şeklinde ifade edilir.

GÜÇ

Fizik biliminde güçlü olmak, aynı işi en kısa zamanda yapabilmektir. Güç, "bir işin birim zamanda yapılma hızına denir." Başka bir deyişle güç; "Birim zamanda yapılan işe veya aktarılan enerjiye denir."

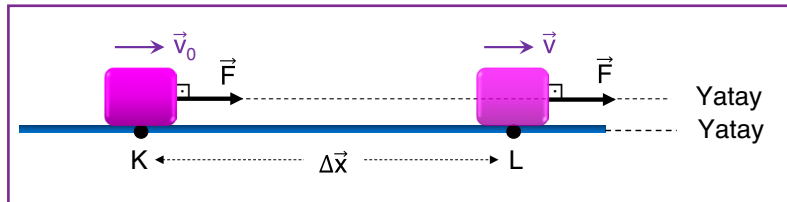
Güç P sembolü ile gösterilir. Güç skaler bir büyüklük olup SI'da birimi watt'tır.

Bir cisme kuvvet uygulanarak iş yapıldığında bu kuvvetin Δt sürede yaptığı iş W olmak üzere bu sürede harcanan güç;

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Geçen zaman}} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{veya} \quad P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

bağıntısıyla bulunur.



Bir cisme hareket yönünde sabit bir kuvvet uygulandığında cisim hızlanan hareket, hareket yönüne zıt yönde sabit bir kuvvet uygulandığında cisim yavaşlayan hareket yapar. Bu durumda ortalama hız kavramı dikkate alınabilir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \cdot \Delta \vec{x}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_{\text{ort}} \text{ yazıldığında}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}_{\text{ort}} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE MEKANİK ENERJİ

MEKANİK ENERJİ

Bir cismin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına **mekanik enerji** denir.

Fizikte mekanik enerji (E_{mekanik}), bir cismin hareketi ve konumu ile ilişkili iş anlamına gelir.

KINETİK ENERJİ (E_k):

Bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye **kinetik enerji** denir. Bir cismin hızı varsa öteleme kinetik enerjisi de vardır. Cisim dönmeden sadece öteleme hareketi yapıyorsa cismin sahip olduğu enerjiye **öteleme kinetik enerjisi** adı verilir.



Koşan at



Uçan kuş



Şelaleden dökülen su



Snowboard yapan sporcu

Koşan atın, havada uçan kuşun, şelaleden dökülen suyun ve Snowboard yapan sporcunun bir kinetik enerjisi vardır.



Şekilde m kütleli bir cisim v büyüklüğündeki hızla hareket ettiğinde cismin sahip olduğu kinetik enerji, $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ bağıntısıyla bulunur. Kütle birimi kg, hız birimi m/s olarak alındığında SI'da enerji birimi Joule (J) olur.

- Bir cismin kinetik enerjisi cismin hız büyüklüğünün karesi ile doğru orantılı olarak değişir.
- Kütleleri eşit olan iki cisimden, hızı büyük olanın kinetik enerjisi daha büyüktür.
- Hızlarının büyüklükleri eşit olan iki cisimden, kütlesi büyük olanın kinetik enerjisi daha büyüktür.

POTANSİYEL ENERJİ

Fizik biliminde potansiyel enerji; maddelerin durumlarından kaynaklı sahip oldukları, kullanıma hazır ve henüz açığa çıkmamış enerji anlamına gelir. Potansiyel enerjinin yer çekimi potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi gibi çeşitleri vardır.

Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi (E_p)

Cisimlerin belirli bir referans noktasına göre bulundukları konumlarından dolayı sahip oldukları enerjiye denir.



Salıncaktaki çocuk



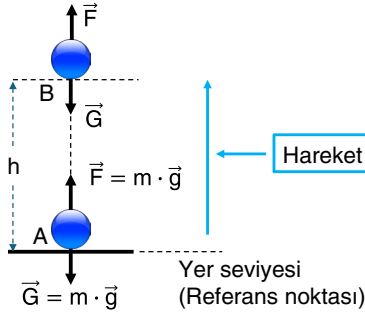
Baraj gölündeki su



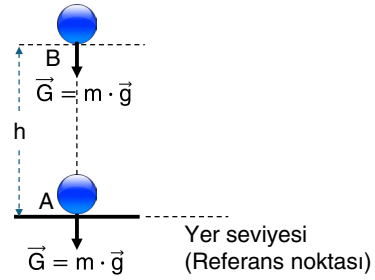
Uçan uçak

Salıncakta sallanan çocuk, barajlarda biriken su ve uçan bir uçak yere göre yer çekimi potansiyel enerjisine sahiptir.

Yerde A noktasında duran bir cisim yukarı doğru h yüksekliğindeki B noktasına kaldırıldığında yerçekimi kuvvetine karşı bir iş yapılır. Cisim tutulduğu h yüksekliğinde kütle çekimi etkisiyle yere doğru düşme eğilimine sahip olur yani cismin bir enerjisi olur.



Şekil 1: Yer çekimi kuvvetine karşı yapılan iş



Şekil 2: Yer çekimi kuvvetinin yaptığı iş

Şekil 1: Cisim yukarı kaldırılırken h yolu boyunca yerçekimi kuvvetine karşı iş yapılmış olur. Yapılan iş h yüksekliğindeki cisimde potansiyel enerji olarak depolanır.

Şekil 2: Yer seviyesinden belli bir yükseklikten bırakılan cismin yere düşmesini sağlayan kuvvet yer çekimi kuvveti olduğundan, bu durumda yer çekimi kuvveti iş yapmış olur.

Şekildeki m kütleli cismi yerden h kadar yükseğe sabit hızla çıkarabilmek için yapılan iş, cismin h yüksekliğindeki yer çekimi potansiyel enerjisine eşit olacaktır.

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

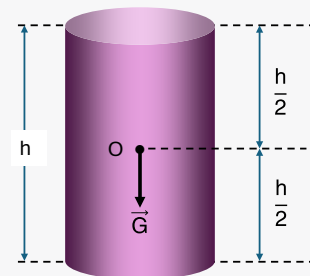
$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Buna göre bir cismin çekim potansiyel enerjisi; kütle, yükseklik ve bulunulan yerin yerçekimi ivmesiyle doğru orantılıdır.



KRİTİK BİLGİ

Belirli bir hacmi olan cisimlerin potansiyel enerjileri bulunurken, cismin ağırlık merkezinin yer seviyesine olan uzaklığı dikkate alınır.

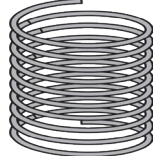


Şekildeki h yüksekliğindeki homojen silindir cismin O ağırlık merkezinin yer seviyesine olan uzaklığı h/2 olduğundan, cismin sahip olduğu yer çekimi potansiyel enerjisi,

$$E_p = G \cdot \frac{h}{2} \Rightarrow E_p = m \cdot g \cdot \frac{h}{2} \text{ olur.}$$

Esneklik Potansiyel Enerjisi (E_{yay})

Bir kuvvet uygulandığında şekli değişebilen ve uygulanan kuvvet ortadan kalktığında tekrar eski haline dönebilen maddelere **esnek maddeler** denir.

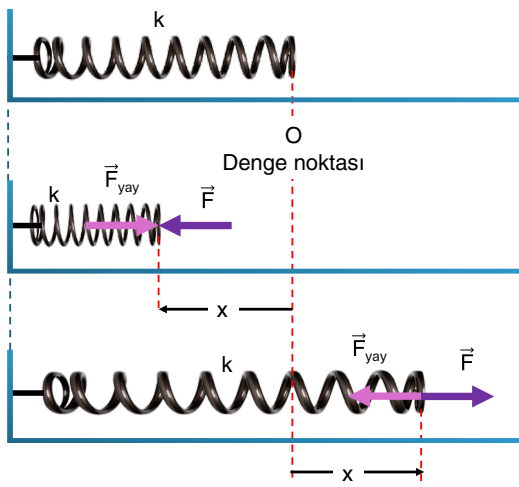


Plaj topu, yay ve sünger esnek maddelerdir.

Esnek sistemler gerildiğinde ya da sıkıştırıldığında potansiyel enerji kazanır. Cisimlerin bulundukları durumdan dolayı sahip oldukları bu enerjiye **esneklik potansiyel enerjisi** denir.

Bir kuvvet etkisiyle sıkıştırılmış veya uzatılmış bir yayın depoladığı enerjiye **yayın esneklik potansiyel enerjisi** denir.

Yaylarda esneklik sınırı yayın esneklik katsayısı (k) ile belirlenir. k yay sabitinin birimi SI'da N/ m'dir.



Yay bir kuvvetin etkisi ile denge noktasından uzaklaştırıldığında, tekrar eski konumuna dönme eğilimi gösterir.

Esnek cisimlerin eski durum ya da konumlarına geri dönmesini sağlayan kuvvet, geri çağırıcı kuvvet ($\vec{F}_{\text{yay}}$) olarak tanımlanır. Bu kuvvetin yönü daima denge noktasına doğrudur. Büyüklüğü esnek cisimdeki gerilme ya da sıkışma miktarı ve esneklik katsayısı k ile doğru orantılıdır.

Yayın esneklik katsayısı k , yayın denge noktasına olan uzaklığı x olmak üzere, yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi,

$$E_{\text{yay}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

bağıntısıyla bulunur.

ENERJİ KORUNUMU

MEKANİK ENERJİ

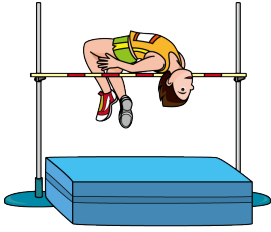
Bir cismin sahip olduğu kinetik enerji ile potansiyel enerjinin toplamına **mekanik enerji** denir.

$$\text{Mekanik Enerji} = \text{Kinetik Enerji} + \text{Potansiyel Enerji}$$

$$E_{\text{MEKANİK}} = E_{\text{KİNETİK}} + E_{\text{POTANSİYEL}}$$

Bir cismin sahip olduğu mekanik enerji yalnızca kinetik enerji ya da yalnızca potansiyel enerji olabileceği gibi cisim bu iki enerjiye birlikte de sahip olabilir.

Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamlarda bir cismin veya sistemin mekanik enerjisi her zaman sabittir ve korunur. Sürtünmeli bir ortamda cisimlerin sahip olduğu mekanik enerjinin bir kısmı sürtünmeden kaynaklı olarak ısı enerjisine dönüşür. Bu durumda cisimlerin mekanik enerjisi korunmaz fakat toplam enerji korunur.



Yüksek atlama yapan sporcu

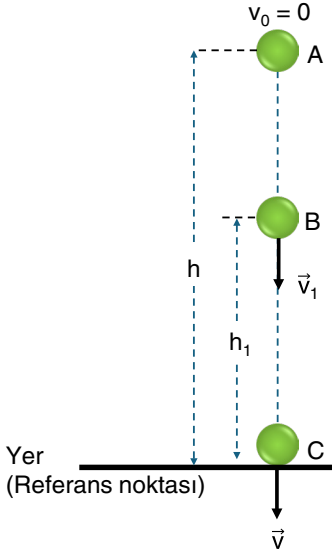


Baraj gölünden akan su



Uçan uçak

Yüksek atlama yapan sporcunun, baraj gölünden akan suyun ve yerden yüksekte uçan uçağın hem potansiyel hem de kinetik enerjisi vardır.



Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda A noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim B noktasından $\vec{v}_1$ hızıyla geçip, C noktasında $\vec{v}$ hızıyla yere çarpıyor.

Buna göre A, B ve C noktalarındaki mekanik enerjileri eşittir.

$$A \text{ noktası} \Rightarrow E_{\text{Mek.A}} = E_{\text{P.A}} + E_{\text{K.A}} \Rightarrow E_{\text{Mek.A}} = m \cdot g \cdot h + 0 \Rightarrow E_{\text{Mek.A}} = m \cdot g \cdot h$$

$$B \text{ noktası} \Rightarrow E_{\text{Mek.B}} = E_{\text{P.B}} + E_{\text{K.B}} \Rightarrow E_{\text{Mek.B}} = m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$C \text{ noktası} \Rightarrow E_{\text{Mek.C}} = E_{\text{P.C}} + E_{\text{K.C}} \Rightarrow E_{\text{Mek.C}} = 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow E_{\text{Mek.C}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

A, B ve C noktaları için;

$$E_{\text{Mek.A}} = E_{\text{Mek.B}} = E_{\text{Mek.C}}$$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{eşitliği yazılır.}$$

Bir ağacın dalında hareketsiz duran yaprakların, yalnızca yer çekimi potansiyel enerjisi vardır. Yaprakların mekanik enerjisi, yer çekimi potansiyel enerjisine eşittir.

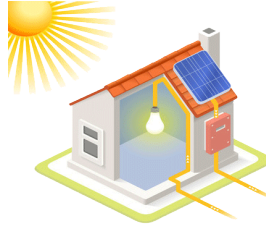
Bazen mekanik enerji farklı enerji çeşitlerine dönüştürülerek kullanılır. Örneğin; jeneratörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

İnsanların yaşamı enerji dönüşümlerine bağlıdır. Günlük hayatta farkında olmasak da birçok enerji dönüşümü yaşanmaktadır. Kullandığımız elektrik enerjisinin ısı, ışık ve ses gibi enerji türlerine dönüşmesi veya güneş enerjisinin ısı, elektrik ve ışık gibi enerji türlerine dönüşümü örnek olarak verilebilir.



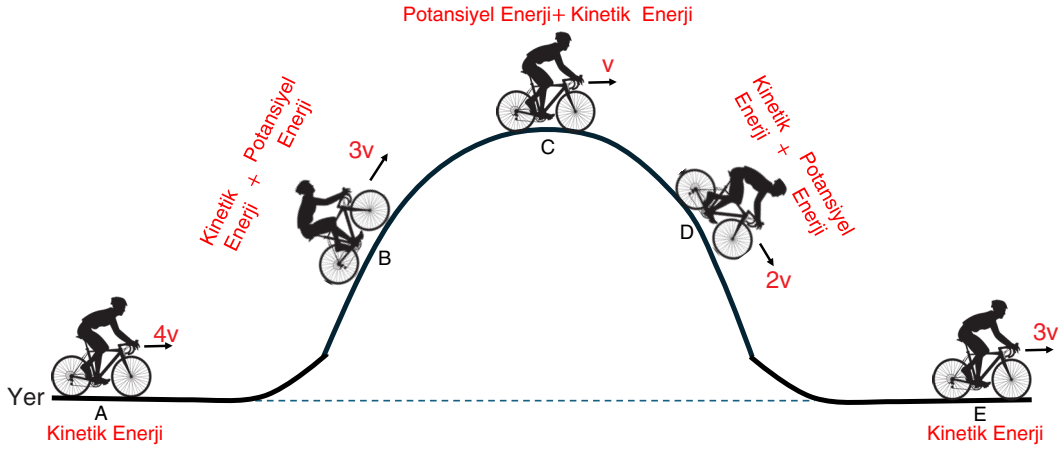
Elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi



Güneş enerjisinin ve elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşmesi



Elektrik enerjisinin ses enerjisine dönüşmesi



Şekildeki bisikletli sürücü yer seviyesindeki A noktasından $4v$ hız büyüklüğü ile tepelik yola girip pedal çevirmeden B, C ve D noktalarından geçerek A ile aynı seviyedeki E noktasında $3v$ hıza sahip oluyor. Yol boyunca oluşan enerji dönüşümleri aşağıdaki gibidir.

- A noktasında bisikletli sadece kinetik enerjiye sahiptir.
- Tepe noktasına tırmanırken B noktasında hem kinetik hem de potansiyel enerjiye sahiptir.
- Tepe noktasına geldiğinde hem kinetik hem de potansiyel enerjiye sahiptir.
- Tepe noktasına geldiğinde bisikletli dursaydı sadece potansiyel enerjiye sahip olurdu.
- Tepe noktasından D noktasına geldiğinde bisikletli hem kinetik hem de potansiyel enerjiye sahiptir.
- Bisikletli tepe noktasından yatay düzlemdeki E noktasına geldiğinde sadece kinetik enerjiye sahip olur.

Bisikletli yataydaki A noktasından C tepe noktasına çıkarken hızı azaldığından kinetik enerjisi azalmış, yataya göre yüksekliği arttığından potansiyel enerjisi artmıştır.

Bisikletlinin C tepe noktasında potansiyel enerjisi maksimumdur.

Bisikletli, C tepe noktasından yataydaki E noktasına inerken hızı arttığından kinetik enerjisi artmış, yataya göre yüksekliği azaldığından potansiyel enerjisi azalmıştır.

Bisikletlinin aynı seviyede bulunan A ve E noktalarından farklı hız büyüklükleri ile geçmesi, yolda sürtünmeden dolayı enerjisinin bir kısmının ısıya dönüşmesi ile açıklanabilir.

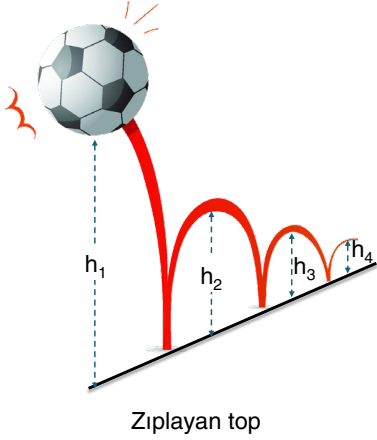
ENERJİNİN KORUNUMU

Sürtünmenin ihmal edildiği sistemlerde mekanik enerji korunur. Yani kinetik enerji potansiyel enerjiye, potansiyel enerjide kinetik enerjiye dönüşür.

Enerji dönüşümü kinetik ve potansiyel enerji arasında olur. Sistemde sürtünme olsa da sistem içerisinde baştaki enerji farklı enerji türlerine dönüşür fakat toplam enerji miktarı hep aynı kalmaktadır.

"Bir sistemde var olan enerjiler birbirlerine dönüşebilir ancak sistemin toplam enerji değeri sabit kalır değişmez." Bu ifadeye **enerjinin korunumu ilkesi** denir.

SÜRTÜNME KUVVETİ VE ENERJİ



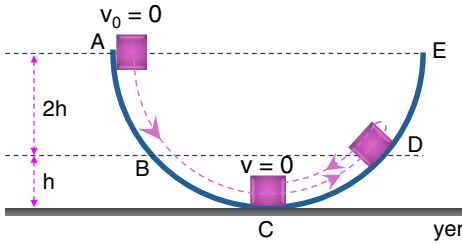
Yerden h_1 kadar yükseklikten bırakılan bir top, yerçekimi kuvvetinden dolayı yerin merkezine doğru çekilir ve top yere doğru düşer. Top h_1 yüksekliğinden yere doğru düşerken potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Yere düşen top yüzeye çarparak tekrar zıplar ve top yukarı doğru çıkarken kinetik enerjisi azalır potansiyel enerjisi artar. Ancak top her yere vurduktan sonra gözledeki gibi aynı yüksekliğe çıkamaz ve top tekrar yere vurur ve zıplar ve en sonunda bir süre sonra yerde durur.

Buna göre topun her zıplayıştan sonra çıkabileceği yükseklikler arasında, $h_1 > h_2 > h_3 > h_4$ ilişkisi vardır.

Topun her yükseldiğinde bir önceki yüksekliğe çıkamamasının nedeni, enerjisinin bir kısmını yere her çarptığında ısıya dönüştürerek mevcut mekanik enerjisini azaltmasıdır. Topun aşağıya inışı ve yukarıya çıkışı sırasında hava molekülleri ve hava sürtünmesinden dolayı hem top hem de hava molekülleri ısınır.

Topa dışarıdan herhangi bir müdahale bulunmazsa top birkaç zıplayıştan sonra yerde durur ve hareketsiz kalır.

Sürtünme kuvvetlerinin etkili olduğu bir dünyada yaşadığımızdan dolayı mekanik enerji hiçbir olayda korunmaz.



A noktasından serbest bırakılan m kütleli cisim rayın sürtünmeli olması nedeniyle E noktasına kadar çıkamayacaktır. Bu durumda cismin D noktasına kadar çıkarak geri dönüşünde C noktasında durduğunu kabul edelim.

Yerden $3h$ yüksekliğindeki A noktasında cismin sahip olduğu potansiyel enerjisi, $E_{P,A} = mgh = 3mgh = 3E$ olarak kabul edelim.

Cisim hareket etmeye başladığında sürtünme nedeniyle ısı açığa

çıkma başlar ve cisim D noktasına gelip hızı sıfır olup anlık olarak durduğunda kinetik enerjisi $E_{K,D} = 0$ olur ve D noktasındaki potansiyel enerjisi $E_{P,D} = mgh = E$ olur.

İADİ yolunda kaybolan $2E$ kadarlık potansiyel enerji ısıya dönüşmüştür.

Cisim hareketinin sonunda C noktasında durduğuna göre kinetik ve potansiyel enerjileri sıfır olur. Cisim D noktasında sahip olduğu $E_{P,D} = mgh = E$ kadarlık potansiyel enerji geri dönüşte IDCİ yolunda ısıya dönüşmüş ve cisim C noktasında durmuştur.

Cismin böylece başlangıçtaki $3E$ potansiyel enerjisinin tamamı ısıya dönüşmüştür.

Bu durumda $E_{P,A} = W_{sür} = 3E$ olur.

Cismin AC arasındaki enerji dönüşümü $E_{P,A} = E_{K,C} + W_{s(CA)}$

• Cismin CD arasındaki enerji dönüşümü $E_{K,C} = E_{P,D} + W_{s(CD)}$

• Cismin geri dönüşte DC arasındaki enerji dönüşümü $E_{P,D} = W_{s(DC)}$

• Cismin AD arasındaki enerji dönüşümü $E_{P,A} = E_{P,D} + W_{s(AD)}$

şeklinde yazılır.

($E_{K,C}$ = Cismin C noktasındaki kinetik enerjisi)

$W_{s(AC)}$ = Cisim A'dan C'ye gelirken sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji

$E_{P,D}$ = Cismin D noktasındaki potansiyel enerjisi

$W_{s(CD)}$ = Cisim C'den D'ye gelirken sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji

$E_{P,A}$ = Cismin A noktasındaki potansiyel enerjisi

$W_{s(AD)}$ = Cisim A'dan D'ye gelirken sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerji)



Bilardo oyunu

Bilardo masasında vurduğumuz bir top belli bir süre sonra durur. Bilardo topunun durmasının nedeni sürtünme kuvvetinin yaptığı negatif iş olup bu negatif iş cismin mevcut mekanik enerjisini ısıya dönüştürür.

Uzaya gönderilen roketlerin ısınması, meteorların atmosferde ilerlerken ısınarak yanması hava sürtünmesi etkisiyle olmaktadır.

Sürtünme kuvveti genellikle cisimlerin hareketlerini zorlaştırdığı için cisimlerin yavaşlamasına neden olmaktadır. Sürtünme kuvvetinin bu yavaşlatıcı etkisi cisimlerin kinetik enerjilerinin azalmasına neden olur.

Kinetik enerjideki azalan miktar ısı, ışık ve ses gibi başka tür enerjilere dönüşür.

CANLILAR VE ENERJİ

Canlıların büyümesi, gelişmesi, vücut sıcaklığı, sindirimi, boşaltımı gibi yaşamsal faaliyetlerinin devam edebilmesi için enerjiye ihtiyaçları vardır. Canlıların fiziksel aktivitelerini yapabilmesi için ve vücut tarafından harcanan enerjiyi karşılayabilmek için yağ, protein ve karbonhidratlar gibi enerji içeriği yüksek besinlere ihtiyaç duyulur.

Alınan Enerji (E_a)

Vücudumuz tarafından harcanan enerjiyi karşılamak için karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerden yararlanır.

Karbonhidratlar vücut enerjisinin ana kaynağı olup vücut tarafından depolanabilir. Gereğinden fazla karbonhidrat alındığında yağa dönüştürülerek depolanır.

Harcanan Enerji (E_h)

Yetişkin insanlar iki farklı şekilde enerji harcarlar. Fiziksel etkinliklerle harcanan enerji ve vücudun nefes alma, vücut sıcaklığını dengeleme, yaşamsal faaliyetleri düzenleme gibi.

Fiziksel etkinliklerin dışında harcanan enerji, vücudun bir gün boyunca istirahat halindeyken harcanan enerjidir. Bir insanın tam olarak dinlenme halindeyken gerekli olan minimum **enerjiye bazal metabolizma hızı** denir. Bu değer bir insanın harcadığı enerjinin yaklaşık olarak %70'ine denk gelmekte olup kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir. Kişiler uyuma, TV seyretme, yürüme, koşma, çalışma, bisiklete binme, spor yapma vb gibi aktivitelerle enerji harcarlar. İnsanlar enerjiyi genellikle fiziksel aktiviteler yapmak ve vücudu oluşturan sistemleri sürdürebilmek için harcarlar.

Fiziksel etkinliklerle harcanan enerji kişinin harcadığı toplam enerjinin yaklaşık olarak %20 ile %30 arasında bir orana denk gelir. Büyüme çağındaki çocuklarda kemik, kas ve kan gibi yeni hücrelerin üretilebilmesi için ekstra olarak büyüme enerjisine ihtiyaçları vardır. İnsanların besinlerden aldıkları enerji, harcadıkları enerjiden fazla ise kilo artışı, az ise kilo kaybı gözlenir. Eşit olması durumunda değişiklik olmaz ve bu duruma enerji dengesi adı verilir.

VERİM VE ENERJİ KAYNAKLARI

VERİM

Verim enerjiden faydalanma oranı olarak tanımlanır. Bir sistemde yapılan işin o sistemde harcanan enerjiye oranına verim denir. Verim %100 veya %100 den büyük olamaz. Günlük hayatta kullandığımız aletler ve makineler enerjiyi bir enerji türünden başka bir enerji türüne dönüştürür. Sürtünme kuvvetinin etkisinden dolayı mekanik enerji korunmaz dolayısıyla verimi %100 olan makine yapımı imkansızdır. Çamaşır ve bulaşık makinesi, fırın, buzdolabı, elektrik süpürgesi, saç kurutma makinesi, tost makinesi gibi bir çok makine elektrik enerjisi ile çalışır. Bu makineler çalışırken sürtünme ve bazı etkenlerden dolayı enerjinin bir kısmını istenmeyen enerjilere dönüştürür ve makinelerin verimi düşer.

Buna göre verim,

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} = \frac{\text{Alınan enerji}}{\text{Verilen enerji}}$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Üretim miktarını ve ürün kalitesini düşürmeden harcanan enerjinin azaltılması, atık malzemelerden geri dönüşümün yapılması, çevreye yararlı verimi yüksek enerji kaynaklarının kullanılmasına enerji verimliliği adı verilir.

Enerji verimliliği için uygulanacak basit öneriler;

- Binalarda ısı yalıtımının yapılması, bina pencerelerinde ısıcam sisteminin kullanılması
- Evlerimizde kullandığımız beyaz eşyaların enerji veriminin yüksek olması
- Muslukların su tasarrufu için sensörlü olması
- Aydınlatma için enerji tasarruflu lambaların kullanılması vb örnekler çoğaltılabilir.



Flamanlı ampul



Led ampul

Aydınlatmada kullanılan flamanlı ampullerde ışık enerjisi olarak yayılan enerji, ısı enerjisi olarak yayılan enerjiden daha azdır. Bu ampullerin verimi % 10 civarında olup bu enerjinin % 90'lık kısmı istenmeyen ısı enerjisi olarak çevreye yayılmaktadır.

Led ampullerin verimi flamanlı ampullerin veriminden daha fazladır.



Elektrikli araba



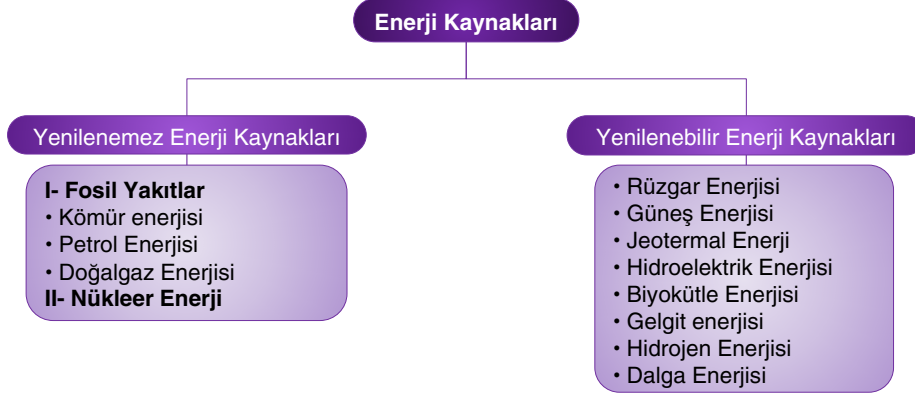
Benzinli araba

Günlük hayatımızın vazgeçilmezinden olan arabalarda enerji verimliliğin en büyük göstergesi yakıt tasarrufudur. Benzin gibi fosil yakıtlarla çalışan arabalarda bulunan motorlar kimyasal enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürürler. Benzinle çalışan arabaların verimi %25 olup enerjinin %75'lik kısmı istenmeyen enerjilere dönüşürler. Günümüzde üzerinde çalışılan elektrikli arabalarda verim %45 olup bu verim oranını yükseltmek için çalışmalar hızla devam etmektedir.

Küresel ısınmayı iyiden iyiye hissettiğimiz bu dönemde dünyada yeşil alanları genişletme, çevre dostu teknolojiler, sürdürülebilir ve temiz üretim, enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Sürdürülebilir ve temiz üretimde asıl amaç daha az atık meydana getirilmesi ve enerji üretiminde daha az kaynak kullanılarak verimi yüksek enerji elde etmektir.

ENERJİ TASARRUFU

Enerji tasarrufuna evlerimizden başlamamız gerekmektedir. Evlerde kullandığımız bazı makinelerin tüketim miktarlarının toplam fatura içindeki oranı yaklaşık olarak buzdolabı için % 30'u, aydınlatma için % 28'i, TV kullanımı için % 10'u, elektrikli fırın için % 10' u çamaşır makinesi için % 7'si, bulaşık makinesi için %6 'sı, ütü için % 4'ü, elektrik süpürgesi için % 3'ü, saç kurutma makinesi için % 2' si kadardır.



YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI

I. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtların oluşmaları ve tekrardan yenilenebilmeleri çok uzun zaman aldığından dolayı yalnızca bir defa kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Bu enerji kaynaklarının başlangıç kurulum maliyetleri düşük olup çevreye ve canlı sağlığına olumsuz etkileri çoktur.

II. Nükleer Enerji

Radyoaktif atom çekirdeklerinin parçalanması veya küçük çekirdeklerin birleşmesi sonucu açığa çıkan çok büyük enerjiye nükleer enerji denir. Nükleer santrallerde nükleer enerji elektrik enerjisine dönüştürülür.

Yenilemez Enerji Kaynakları

Kömür:



Karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinin bileşiminden oluşan yanıcı bir kayaç türü olan kömürün oluşumu milyonlarca yıl sürmekte olup çevre kirliliğine ve insan sağlığına olumsuz etkileri vardır.

Petrol:



Petrol hidrokarbon, oksijen ve sülfür gibi elementlerden oluşan yanıcı ve madeni bir yağdır. Petrol elde edildiği sırada ham halde bulunup işlenerek benzin, mazot, plastik, katran ve asfalt gibi maddeler elde edilir. Petrolün oluşumu milyonlarca yıl sürmekte olup çevre kirliliğine ve insan sağlığına olumsuz etkileri vardır.

Doğalgaz:

Doğalgaz bir petrol türevi olup birçok hidrokarbon bileşiğinden oluşmuş yanıcı, kokusuz, renksiz ve havadan hafif bir gazdır. Doğalgaz çıkarıldığı haliyle borularla veya sıvılaştırılarak tankerle kullanılacağı yerlere götürülebilir. Doğalgazın oluşumu milyonlarca yıl sürmekte ve çevre kirliliğine ve insan sağlığına olumsuz etkileri vardır.

Nükleer Enerji:

Uranyum gibi büyük atom çekirdeklerinin parçalanması ya da hidrojen, helyum gibi küçük atom çekirdeklerin birleşmesi sonucunda açığa çıkan çok büyük enerji nükleer enerjidir. Nükleer enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren tesislere **nükleer reaktör** denir.

Nükleer santrallerde enerji dönüşümü

Nükleer enerji $\Rightarrow$ Isı enerjisi $\Rightarrow$ Su buharının kinetik enerjisi $\Rightarrow$ Türbinin kinetik enerjisi $\Rightarrow$ Elektrik enerjisi şeklindedir.

Yenilenebilir Enerji KaynaklarıHidroelektrik

Hidroelektrik santrallerde suyun potansiyel enerjisi kullanılarak elektrik enerjisi üretilen santrallerdir. Doğal kaynak olup çevreye olumsuz etkileri çok azdır. Yatırım maliyeti yüksektir.

Hidroelektrik santrallerde enerji dönüşümü,



şeklindedir.

Güneş Enerjisi:

Güneş enerjisi güneşten gelen hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşmesi esnasında füzyon (birleşme) sürecinde oluşan enerjidir. Tükenmez bir enerji kaynağı olup çevreye olumsuz etkisi yoktur.

Güneş enerjisi santrallerinde enerji dönüşümü,

Işık Enerjisi



Elektrik Enerjisi

şeklinde.

Rüzgar Enerjisi:

Rüzgar esintileri sayesinde rüzgar pervaneleri dönerek sahip olduğu kinetik enerjiyi türbinlere aktararak elektrik enerjisine dönüştürür. Yatırım maliyeti yüksektir. Rüzgar santrallerinin kurulduğu yerler yıl boyu rüzgarlı olduğundan devamlılığı vardır. Tükenmez bir enerji kaynağı olup çevreye gürültü kirliliği haricinde olumsuz etkisi yoktur.

Rüzgar enerjisi santrallerinde enerji dönüşümü,

Rüzgarın
Kinetik Enerjisi



Türbinin
Kinetik Enerjisi



Elektrik
Enerjisi

şeklinde.

Jeotermal Enerji:

Yer kabuğunun çeşitli yerlerinde ve derinliklerinde bulunan basınç etkisindeki sıcak ve akışkan su, buhar, gaz ve kuru kayaların kayaçlar içinde sahip olduğu potansiyel enerjinin doğrudan ya da dolaylı olarak yeryüzüne ısı enerjisi olarak çıkmasıdır. Yatırım maliyeti düşük olup çevre ve insan sağlığına olumsuz etkisi yoktur. Tükenmez enerji kaynağı olup kullanıma hazır haldedir.

Jeotermal enerji santrallerinde enerji dönüşümü,

Isının Enerjisi



Kinetik
Enerjisi



Elektrik
Enerjisi

şeklinde.

Dalga Enerjisi:

Okyanus kıyılarında zaman zaman birkaç metreyi bulan dalgaların hareketinden elde edilen enerjidir. Bu enerjiyi elde etmek için dalga barajları kurulmuştur. Yatırım maliyeti yüksek olup çevreye olumsuz etkileri azdır. Kıyı kesimlerini tahrip etmekte olup deniz trafiğini ve turizmini olumsuz etkiler.

Dalgaların
Kinetik Enerjisi



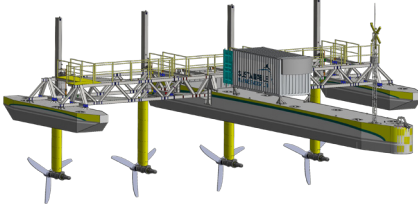
Türbinin
Kinetik Enerjisi



Elektrik
Enerjisi

şeklinde.

Gel-git Enerjisi:



Dünya'nın bazı bölgelerinde deniz seviyesinde metreleri bulan değişimler olmaktadır. Belirli zamanlarda deniz suyu metrelerce çekilirken belirli zamanlarda da metrelerce yükselmektedir. Gelgit olayı olarak bilinen bu olay Ay'ın Dünya'ya uyguladığı çekim kuvveti sonucunda oluşur.

Gelgit olayında su dalgalarının hareketinden yararlanılarak enerji üretilmektedir. Bu olayda suların yükselip alçalması ile gelgit barajlarında türbinler döndürülerek elektrik enerjisi üretilmektedir.

Biyokütle Enerjisi:



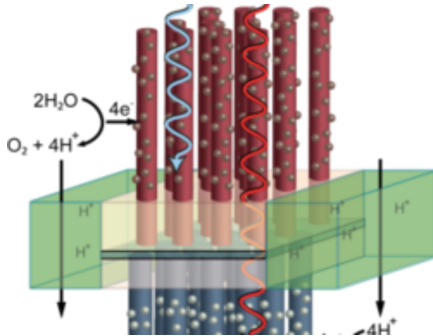
Biyokütle enerjisi modern uygulamalarda biyogaz, biyoetanol, biyodizel, biyoyağ gibi enerji kaynaklarına dönüşmektedir. Biyodizel, biyoetanol ve biyogaz yaygın olarak kullanılmaktadır.

Biyodizel Ayçiçek yağı, soya yağı gibi yağlı tohumlar kullanılarak üretilen bir yakıt türüdür.

Biyoetanol şeker içeren mısır, buğday, şeker pancarı gibi ürünlerin fermentasyonu ile üretilir.

Biyogaz hayvansal atıkların oksijensiz şartlarda fermentasyonu ile oluşan çoğunlukla metan ve karbondioksit gazıdır.

Hidrojen Enerjisi:

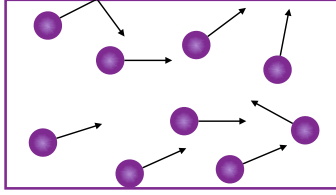


Hidrojen evrende bol miktarda bulunan bir madde olup en yaygın olarak suda bulunur. Hidrojen sentetik bir yakıt olup kaynakları boldur. Hidrojen çevreyi kirletmeden sudan elde edilmesi nedeniyle tercih sebebi olmuştur. Hidrojen günümüzde yakıt olarak motorlu araçlarda kullanılmaya başlamıştır. Suyun elektrolizi ile hidrojen ve oksijen elde edilir.

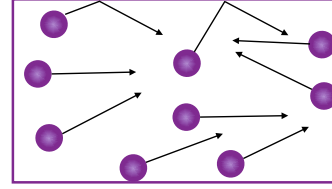
Enerji Kaynakları	Maliyet	Erişilebilirlik	Üretimi	Çevresel etki	Teknolojik etki	Toplumsal etki
Fosil yakıtlar	Ekonomik	Kolay	Bölgelere göre değişken	Olumsuz	Çok	Çok
Nükleer Enerji	Ekonomik değil	Zor	Zor	Önlem alınmadığında olumsuz	Çok	Az
Güneş	Ekonomik	Mevsim, bölge ve saat dilimine göre değişken	Kolay	Çevre dostu	Çok	Az
Rüzgar	Ekonomik değil	Bölgeye göre değişken	Kolay	Çevre dostu	Az	Az
Jeotermal	Ekonomik	Bölgeye göre değişken	Kolay	Çevre dostu	Az	Çok
Hidrojen	Ekonomik	Kolay	Zor	Çevre dostu	Çok	Az
Dalga	Ekonomik değil	Bölgeye göre değişken	Zor	Çevre dostu	Çok	Az
Biyokütle	Ekonomik değil	Kolay	Kolay	Çevre dostu	Az	Çok

ISI VE SICAKLIK

Sıcaklık ve soğukluk, hayatımızın içinde sıkça hissettiğimiz temel fiziksel özelliklerdir. Cismin atom ve molekülleri ne kadar hızlı hareket ediyorsa cismin o kadar yüksek sıcaklıkta olduğu, atom ve moleküllerin yavaş hareket ettiği durumlar ise soğukluk durumunu ifade eder.



Soğuk



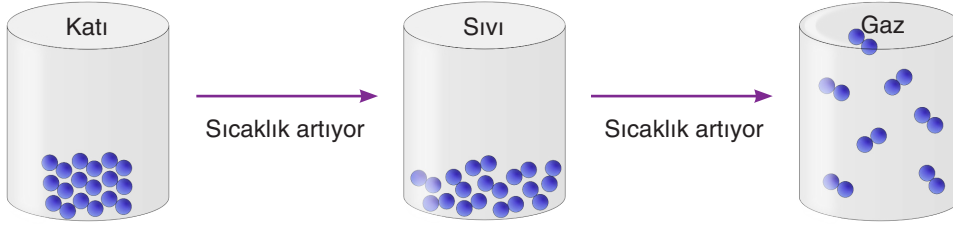
Sıcak

Sıcaklık algısı, çevremizdeki cisimlerle temas ettiğimizde meydana gelir. Bu süreç, termal iletim adı verilen bir mekanizma tarafından gerçekleştirilir. Cildimizdeki reseptörler, çevresel sıcaklık değişikliklerini ve temas sonucu cilde iletilen enerjiyi algırlar. Bu algılar sinirsel sinyallere dönüşerek beyine iletilir, burada enerji transferi sıcaklık algısı olarak yorumlanır.

SICAKLIK

Sıcaklık, bir maddenin içerdiği moleküllerin veya atomların ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür.

- Maddenin sıcaklığı arttıkça, parçacıklar daha hızlı hareket eder ve bu da kinetik enerjinin artmasına yol açar. Bu bağlantı, sıcaklık ile kinetik enerji arasında doğrudan bir ilişki olduğunu gösterir.



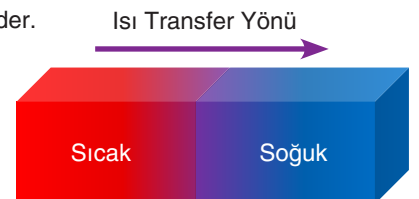
Katı bir maddenin sıcaklığı artırılırsa ortalama kinetik enerjisi artar.

- Sıcaklık genellikle Celsius ($^{\circ}\text{C}$) veya Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) gibi birimlerle ifade edilir ancak bilimsel çalışmalarda Kelvin (K) kullanılır.
- Sıcaklık termometre ile ölçülür.
- Kelvin, sıcaklığın mutlak ölçüsünü veren bir birimdir.
- En düşük sıcaklık olan mutlak sıfır, -273.15°C veya 0 Kelvin'de bulunur. Burası, madde parçacıklarının neredeyse tamamen durduğu bir noktadır.

ISI

Isı, enerjinin bir türüdür ve sıcaklık farkından kaynaklanan enerji transferini ifade eder.

Isı transferi, daha yüksek sıcaklıktan daha düşük sıcaklığa doğru gerçekleşir.



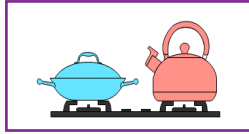
- Isı türetilmiş ve skaler bir niceliktir.
- Q sembolü ile gösterilir.
- Isının birimi SI birim sisteminde joule'dir.
- Günlük hayatta ısı birimi olarak sıklıkla kalori (cal) kullanılmaktadır. 1 kalori, yaklaşık olarak 4.184 joule'a eşittir.
- Transfer edilen ısı enerjisinin ölçümü kalorimetre kabı ile yapılır.
- Isı enerjinin transferi sırasında bir yerden başka bir yere taşınan enerjinin adıdır.
- Isı, bir enerji transfer mekanizmasıdır ve bir maddenin iç enerjisinin kendisi değildir.



Kalorimetre kabı

İÇ ENERJİ

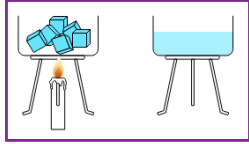
Bir sistemi oluşturan atom veya moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamını ifade eder.



İç enerji **U** sembolü ile gösterilir.

Birimi SI'da Joule olup kalori (cal) birimi de kullanılır.

Bir madde ısı alırsa veya ısı verirse bu madde iç enerjisinde bir değişiklik meydana getirir.



0 °C'te buz küplerine ısı vererek 0 °C'te suya dönüştürdüğümüzde, buzun iç enerjisi artar. İç enerjinin artması, moleküler bağların zayıflaması ve moleküllerin daha serbest hareket etmesiyle ilişkilidir ancak sıcaklık değişmez.

TERMOMETRE ÇEŞİTLERİ

Sıcaklık ölçen araçlara termometre denir. Sıcaklık ölçümünde kullanılan termometreler, maddelerin fiziksel özelliklerindeki değişimleri temel alarak çalışır.

- Sıcaklık arttıkça veya azaldıkça, maddelerin genleşme, renk veya direnç gibi özelliklerinde farklılaşmalar meydana gelir. Bu değişimler; termometrelerin tasarımında ve çalışma prensiplerinde kullanılır.
- Ölçülecek maddenin sıcaklığına ve ölçüm için gerekli hassasiyete bağlı olarak metal (katı), sıvılı ve gazlı termometreler kullanılabilir.

Metal termometre



Metal termometreler; genellikle endüstriyel sektörlerde kullanılan, özellikle yüksek sıcaklıkları ölçme amacıyla geliştirilmiş özel termometrelerdir.

Metal termometreler;

- metallerin genleşme özelliklerine dayanan prensiplerle çalışır.
- endüstriyel alanlarda sıkça kullanılan özel termometrelerdir.
- yüksek sıcaklıklara ulaşan fırınlarda, metal işleme tesislerinde, kimyasal işlemlerin gerçekleştiği tesislerde, enerji üretimi sektöründe ve otomotiv endüstrisinde kullanılır.

Sıvılı Termometreler

Sıvı termometreler, sıvıların sıcaklıkla değişen hacim (genleşme) özelliğini kullanarak çalışan özel termometrelerdir. Bu termometrelerde; renkli bir sıvı hazneye konur, sıcaklık arttıkça sıvı yükselir ve ölçek üzerindeki değer okunarak sıcaklık ölçülür.

Sıvı termometrelerde daha hassas ölçümler yapmak için şu faktörlere dikkat edilmelidir:

- Kılcal borunun genleşme katsayısı küçük olmalıdır.
- Kullanılan sıvının genleşme katsayısı büyük olmalıdır.
- Hem hazne hem de sıvı hacmi yeterince büyük olmalıdır.
- Kılcal borunun kesit alanı küçük olmalıdır.
- Ölçeklendirme çizgileri arasındaki uzaklık küçük olmalıdır.



Sıvılı termometreler, özel sıvılar kullanılarak yapılır ve sıcaklık ölçüm aralığı bu sıvıya bağlıdır. Örneğin alkol kullanılan bir sıvılı termometre düşünelim. Alkolün donma noktası -114°C , kaynama noktası ise 78°C 'dir. Bu durumda, alkol termometrelerinin sıcaklık ölçüm aralığı genellikle -114°C ile 78°C arasında olacaktır. Dolayısıyla -114°C 'nin altındaki ve 78°C 'nin üzerindeki sıcaklıkları doğru bir şekilde ölçemezler.

Sıvılı termometreler, çeşitli alanlarda kullanılan özel termometrelerdir. Bu termometreler, vücut sıcaklığını ölçmek amacıyla tıbbi termometrelerde, meteorolojik gözlem noktalarında ve hava durumu istasyonlarında belirli sıcaklık aralıklarını ölçmek için kimyasal reaksiyonların kontrolü veya laboratuvar deneylerinde belirli sıcaklık aralıklarının ölçümü için endüstriyel tesislerde belirli sıcaklık aralıklarını izlemek ve kontrol etmek amacıyla gıda işleme ve üretim süreçlerinde sıcaklık kontrolü için ayrıca havacılık ve uzay endüstrisinde belirli sıcaklık aralıklarını ölçmek için kullanılır.

Gazlı Termometreler



Gazlı Termometre

Gazlı termometreler, sıcaklık değişimlerini ölçmek için kullanılan araçlardır.

- Gazların genleşme özelliği ve basınca tepki gösterme özelliğine dayanır.
- Genellikle düşük sıcaklıkları ve hassas değerleri ölçmek için kullanılır.

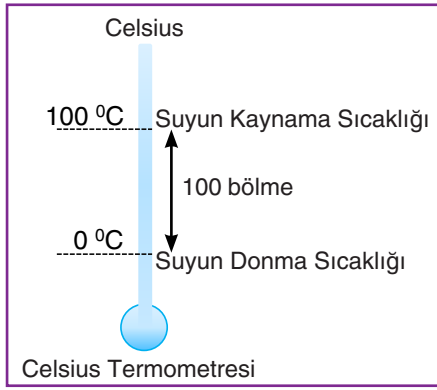


Kızılötesi Termometre

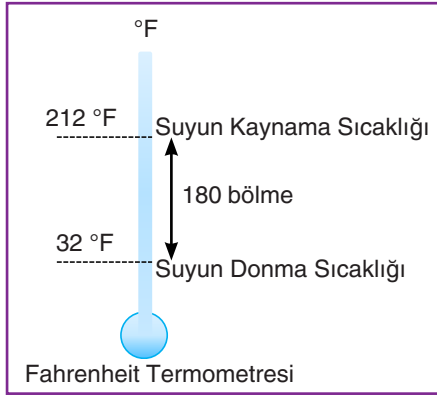
Metal, sıvı ve gaz termometrelerinden farklı olarak, teknoloji ilerledikçe daha hızlı ve hassas ölçümler yapabilen, aynı zamanda dokunma gerektirmeyen kızılötesi ışınlar kullanarak çalışan termometreler geliştirildi. Yani bu yeni tip termometreler sayesinde ölçümler daha hızlı ve pratik bir şekilde yapılabilmektedir.

SICAKLIK BİRİMLERİ İLE İLGİLİ HESAPLAMALAR

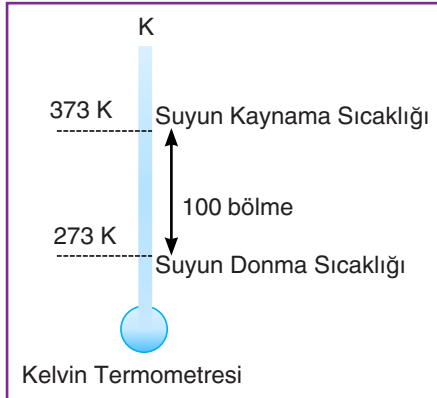
Dünya genelinde sıcaklığı ölçmek için yaygın olarak tercih edilen ölçü birimleri arasında Celsius (Santigrat) ve Fahrenheit bulunmaktadır. Bilimsel hesaplamalarda ise Kelvin birimi sıklıkla kullanılmaktadır.



Celsius ya da daha yaygın adıyla Santigrat, sıcaklığı ölçmek için kullanılan bir birimdir ve bu ölçüm sistemini 1742 yılında İsveçli fizikçi Anders Celsius geliştirmiştir. Celsius'un sıcaklık ölçeğinde; suyun donma noktası 0 olarak kabul edilirken, kaynama noktası 100'dür. Yani bu iki nokta arasındaki uzaklık 100 eşit parçaya bölünmüştür.



Fahrenheit ölçeğinde suyun donma noktası 32 °F, kaynama noktası ise 212 °F olarak belirlenmiştir. Fahrenheit, kaynama noktasını donma noktasından 180 birim daha yüksek bir değer olarak kabul etmiş ve bu aralığı 180 eşit parçaya bölmüştür.



Kelvin ölçeği, İskoç matematik ve fizik bilim insanı Lord Kelvin tarafından oluşturulmuştur. Kelvin, teorik olarak ulaşılabilir en düşük sıcaklığın 0 K (yaklaşık olarak 273 °C) olduğunu hesaplamıştır.

Kelvin ölçeği, madde parçacıklarının hareketinin tamamen durduğu noktadan başlayarak sıcaklık değerlerini ölçer. Özellikle bilim alanlarında kullanılmaktadır.

Sıcaklık Birimlerinde Karşılıklar ve Referans Değerleri

Saf Suyun Donma ve Kaynama Noktalarını Gösteren Değerler ile Mutlak 0 Değerine Karşılık Gelen Değerler

Sıcaklık Birimi	Donma Noktası	Kaynama Noktası	Mutlak Sıfır Noktası
Celsius (°C)	0	100	-273
Fahrenheit (°F)	32	212	-459
Kelvin (K)	273	373	0

Sıcaklık Birimleri Arasındaki Dönüşümlerin Matematiksel Modeli

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100}$$

ISI ALIŞ VERİŞİ

ÖZ ISI

Öz ısı, bir maddenin hal değiştirmemek şartı ile birim (1 g) kütlesinin sıcaklığını 1 °C artırmak ya da azaltmak için maddeye verilmesi veya maddeden alınması gereken ısı miktarıdır. Öz ısı, özgül ısı veya ısınma ısı olarak da adlandırılır. Birimi J/kg.K ya da cal/g.°C olarak verilir. Öz ısı **c** sembolü ile gösterilir.

Madde	Öz Isı (J/kg.K)	Öz Isı (cal/g.°C)
Alüminyum	900	0,215
Bakır	387	0,092
Altın	129	0,031
Demir	448	0,017
Gümüş	234	0,056
Su	4,186	1,00
Cıva	140	0,033

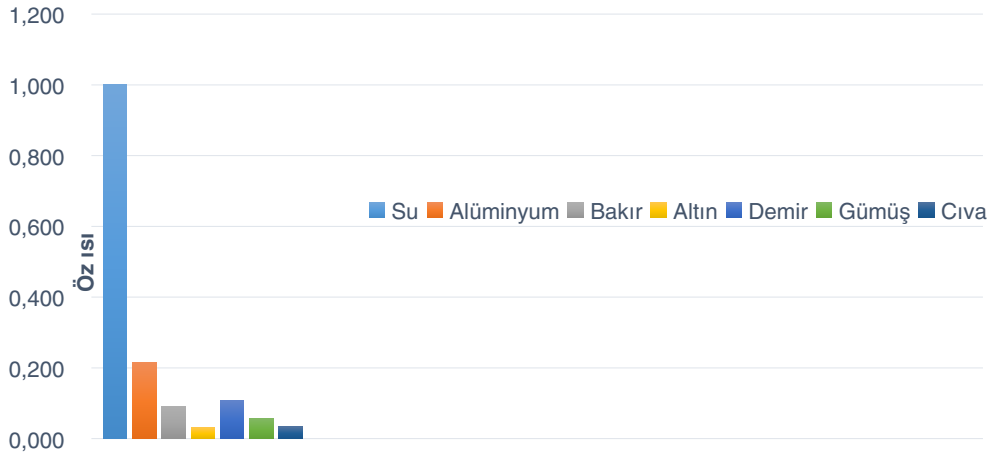
Bazı maddelerin öz ısıları (1 atmosfer basınç altında ve 25 °C sıcaklıkta)



KRİTİK BİLGİ

Öz ısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Maddenin türüne göre değişiklik gösterir.

Elementlerin Öz Isı Değerlerinin Karşılaştırılması

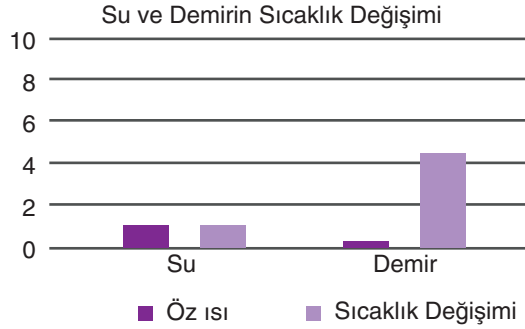


DİKKAT

Öz ısı, maddenin kütlesine bağlı değildir.

Aynı kütledeki farklı maddelere eşit miktar ısı verildiğinde, öz ısı değeri daha küçük olan madde, sıcaklık değişimini daha fazla gösterecektir.

Aynı kütledeki su ve demir bilyeye eşit miktarda ısı verildiğinde, demirin öz ısı suya göre daha düşük olduğundan demir bilyenin sıcaklık artışı, suya göre daha fazla olacaktır.



KRİTİK BİLGİ

Öz ısı yüksek olan maddelerin sıcaklık değişimi yavaş, düşük olanlarınki daha hızlı gerçekleşir.



Elektrikli radyatörlerde su yerine yağ kullanılmasının sebebi, yağın öz ısının su-yunkinden daha düşük olmasıdır. Böylece radyatör daha hızlı ısınır ve çevreye daha fazla ısı yayılır.

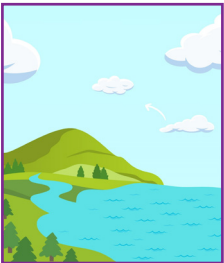
ISI SIĞASI

Isı sığası (C) bir maddenin hal değiştirmemek şartı ile belirli bir miktarının sıcaklığını bir derece Celsius veya bir Kelvin derece değiştirmek için gereken ısı miktarını ifade eder. Birimi Joule/Kelvin (J/K) veya kalori/santigrat (cal/°C) dır. Isı sığası C sembolü ile gösterilir.

Isı sığası, bir maddenin sıcaklığını artırmak veya azaltmak için gerekli olan ısı miktarını ifade eder. Öz ısı ise, bir maddenin belirli bir kütlesinin sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan enerji miktarını gösterir. Bu nedenle, bir cismin tamamının sıcaklığını artırmak için gereken ısı miktarı, cismin kütlesi ile öz ısı değerinin çarpımıyla bulunur. Isı sığasının matematiksel modeli de bu ilişkiyi ifade eder.

- m: Maddenin kütlesi (gram veya kilogram cinsinden)
- c: Öz ısı (joule/(kilogram • Kelvin) veya kalori/(gram • Celsius) cinsinden)
- C: Isı sığası (Joule/Kelvin (J/K) veya kalori/santigrat (cal/°C))

$$C = m \cdot c$$



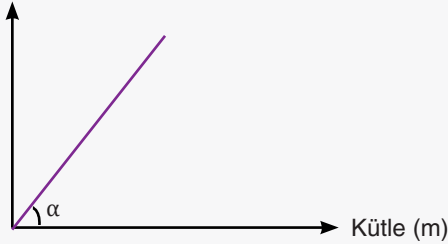
Su, karalardan daha yüksek bir ısı kapasitesine sahiptir. Bu nedenle suyun ısınması ve soğuması daha uzun zaman alır. Denizler, karalara göre daha geç ısınır ve daha geç soğur. Bu özellik, denizlerin iklimin daha ılıman olmasını ve gece-gündüz sıcaklık farkının daha az olmasını sağlar.

**DİKKAT**

Isı sığası, maddenin kütlesine ve öz ısısına bağlı olduğundan maddeler için ayırt edici özellik değildir.

**KRİTİK BİLGİ**

Isı sığası (C)



Isı sığasının kütleyle bağlı değişim grafiğinin eğimi maddenin öz ısısını verir.

$$\text{Eğim} = \frac{\text{Isı sığası}}{\text{Kütle}} = \text{Öz ısı}$$

$$\text{Eğim} = \frac{m \cdot c}{m} = c$$

ISI ALAN VEYA ISI VEREN SAF MADDELERİN SICAKLIĞINDAKİ DEĞİŞİM

Isı miktarı "Q" sembolü ile gösterilir. Bu sembol, bir sistemin aldığı veya verdiği ısı miktarını ifade eder.

Madde sıcaklığında hâl değişimi olmaksızın meydana gelen değişim, maddenin miktarına, türüne ve aldığı (veya verdiği) ısı miktarına bağlıdır. Aynı türden maddelerin farklı kütlelerinde, eşit miktarda sıcaklık artışı sağlamak için daha büyük kütleyle sahip maddeye daha fazla ısı verilmesi gerekmektedir. Maddeye verilmesi (veya alınması) gereken ısı miktarının matematiksel modeli;

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{şeklindedir.}$$

- Q: Isı miktarı (joule veya kalori cinsinden)
- m: Maddenin kütlesi (gram veya kilogram cinsinden)
- c: Öz ısı (joule/(kilogram • Kelvin) veya kalori/(gram • Celsius) cinsinden)
- ΔT: Sıcaklık değişimi (Kelvin veya Celsius cinsinden)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Isı bağıntısında m.c ısı sığasıdır.

$$C = m \cdot c$$

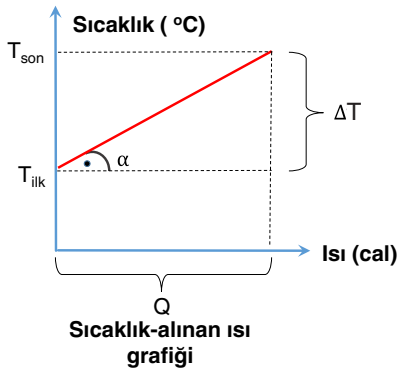
Isı bağıntısında m.c yerine, C yazılırsa

$$Q = C \cdot \Delta T$$

Bu denklemde sıcaklık değişimi

$$\Delta T = \frac{Q}{C}$$

olarak bulunur.



Sıcaklık-alınan ısı grafiğinin eğimi: $\frac{\Delta T}{Q}$

$$\frac{\Delta T}{m \cdot c \cdot \Delta T}$$

$$\rightarrow \frac{1}{m \cdot c}$$

$$\rightarrow \text{eğim} = \frac{1}{C}$$

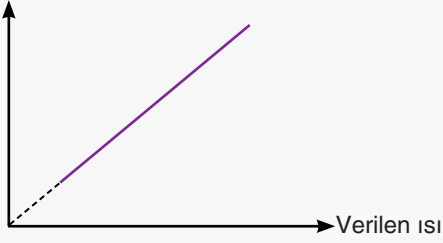
Saf bir madde, ısı aldığı veya bu maddeye ısı verildiğinde (hâl değişimi sıcaklığında olmayan durumlarda), maddenin sıcaklığı değişir. Bu sıcaklık değişimi; alınan veya verilen ısı miktarına, maddenin kütlesine ve maddenin öz ısısına bağlıdır.

**KRİTİK BİLGİ**

Bir maddenin sıcaklığındaki değişim, hâl değişimi olmadığı sürece, aldığı veya verdiği ısı miktarıyla doğru orantılıdır. Ancak, maddeye özgü ısı sığası ile ters orantılıdır.

**KRİTİK BİLGİ**

Sıcaklık değişimi



Verilen ısıya bağlı sıcaklık değişim grafiği

Hâl değiştirmeyen bir maddenin sıcaklık artışı, verilen ısı enerjisi ile doğru orantılıdır.

**KRİTİK BİLGİ**

Öz ısı



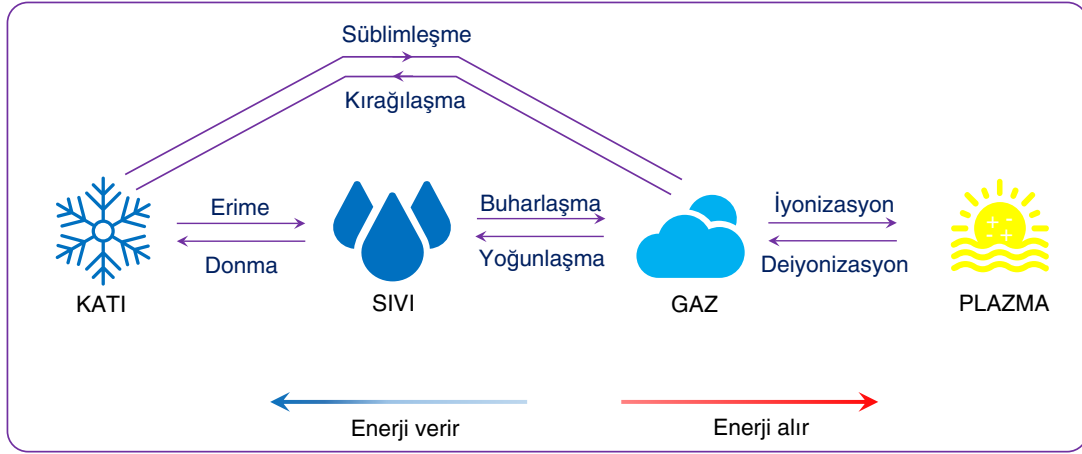
Hâl değiştirmeyen bir maddeye verilen ısı artsa da öz ısı sabit kalır.

HÂL DEĞİŞİMİ VE ÇEŞİTLERİ



HATIRLAYALIM

Madde, katı, sıvı, gaz ve plazma olmak üzere dört farklı fiziksel hâlde bulunabilir. Hâl değişimi, maddenin bu farklı hâller arasında geçişini ifade eder. Örneğin, katıdan sıvıya geçiş erime, sıvıdan gaz hâline geçiş buharlaşma, gazdan sıvı hâline geçiş yoğunlaşma ve gazdan plazma hâline geçiş iyonlaşma gibi hâl değişimlerine örnektir.



Hâl değişim şeması

HÂL DEĞİŞİMİ

Erime:



Bir maddenin katı hâlden sıvı hâle geçişi sürecidir. Örneğin, buzun oda sıcaklığında suya dönüşmesi bir erime olayıdır. Bu süreçte, maddenin moleküler düzeni bozulur ve serbestçe hareket edebilen sıvı hâl oluşur.

Donma:



Maddenin sıvı hâlden katı hâle geçişi anlamına gelir. Örneğin, suyun buzluğa konduğunda, oda sıcaklığında olan sıvı hâlden daha düşük bir sıcaklıkta bulunan buzlukta soğutulması sonucunda suyun katı buz hâline dönüşmesi bir donma olayıdır.

Buharlaşma:



Maddenin sıvı hâlden gaz hâle geçmesidir. Örneğin Su, belirli bir sıcaklıkta (100 °C'ye kadar) buharlaşarak gaz hâline geçer.

Yoğuşma:

Bir maddenin gaz hâlden sıvı hâle geçişini ifade eder. Bu süreç, gaz hâldeki bir maddenin soğutulması sonucu gerçekleşir. Örneğin, yemek pişirirken tencerenin kapağına temas eden su buharının soğuması sonucu su damlacıklarına dönüşmesi bir yoğuşma olayıdır.

Süblimleşme:

Katı hâlde bulunan bir maddenin doğrudan gaz hâline geçişini ifade eder. Karbondioksit (CO_2) gibi bazı maddelerin belirli sıcaklık ve basınç koşullarında süblimleşerek katı hâlden doğrudan gaz hâline geçmesi, süblimleşme sürecinin örnekleridir.

Kırağlaşma:

Gaz hâlindeki bir maddenin sıvı hâle geçmeden doğrudan katı hâle geçmesini ifade eder. Özellikle havadaki su buharının, hava sıcaklığının ani bir şekilde düşmesi sonucu direkt olarak katı hâle geçmesi, kırılaşma olayına örnektir. Bu durum, su buharının doğrudan buz kristallerine dönüşmesi şeklinde meydana gelir ve genellikle bitkilerin üzerinde ve diğer yüzeylerde gözlemlenebilir.

İyonizasyon:

Gaz hâlde bulunan moleküllerin yüksek enerjiye maruz kalarak iyonize olması sonucu gerçekleşir. Örneğin, Kuzey ve güney ışıkları, Dünya'nın manyetik alanı içindeki yüksek enerjili parçacıkların atmosferle etkileşimi sonucu oluşur. Bu etkileşim, atmosfer gazlarının iyonize olmasıyla plazma hâline geçmelerini sağlar.

Deiyonizasyon:

Plazma hâlindeki maddenin enerjisini kaybederek gaz hâline geçmesidir. Şimşek sonrası, atmosferdeki gazlar, plazma hâlinde kısa bir süre kalır ve ardından tekrar normal durumlarına geri dönerler. Plazma hâli geçici bir durumdur ve yıldırımın enerjisi azaldıkça normale dönerler.

**DİKKAT**

Buharlaşıma, sıvının yüzeyinde ve her sıcaklıkta gerçekleşen bir süreçtir. Sıcaklık arttıkça buharlaşma hızı artar. Kaynama, kaynama sıcaklığında gerçekleşir ve bu sıcaklıkta sıvının içindeki tüm moleküller gaz hâline geçer. Kaynama sıcaklığı, sıvının buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu sıcaklığı ifade eder.

SAF MADDELERDE HÂL DEĞİŞİMİ İÇİN GEREKLİ ISI MİKTARININ BAĞLI OLDUĞU DEĞİŞKENLER

Maddelerin bir fiziksel hâlden (faz) başka bir fiziksel hâle geçmesine "**hâl değişimi**" denir. Farklı saf maddelerin aynı koşullardaki hâl değişim sıcaklıkları birbirinden farklıdır ve saf maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Bir maddenin erime ve donma, kaynama ve yoğuşma sıcaklıkları birbirine eşittir. Hâl değişim sıcaklığında ısı verilse dahi maddenin tamamı hâl değiştirmeden sıcaklığı değişmez.

Hâl değıştirme ısısı:

Saf maddenin birim kütlesinin (1 gram) hâl değıştirmesi için gerekli olan ısı miktarını ifade eder. Bu ısı'nın sembolü 'L' ile gösterilir. Saf maddeler için ayırt edici bir özellik olan hâl değıştirme ısısı, SI birim sisteminde **joule/kilogram (J/kg)** olarak ölçülürken, yaygın olarak **kalori/gram (cal/g)** birimi de kullanılır.

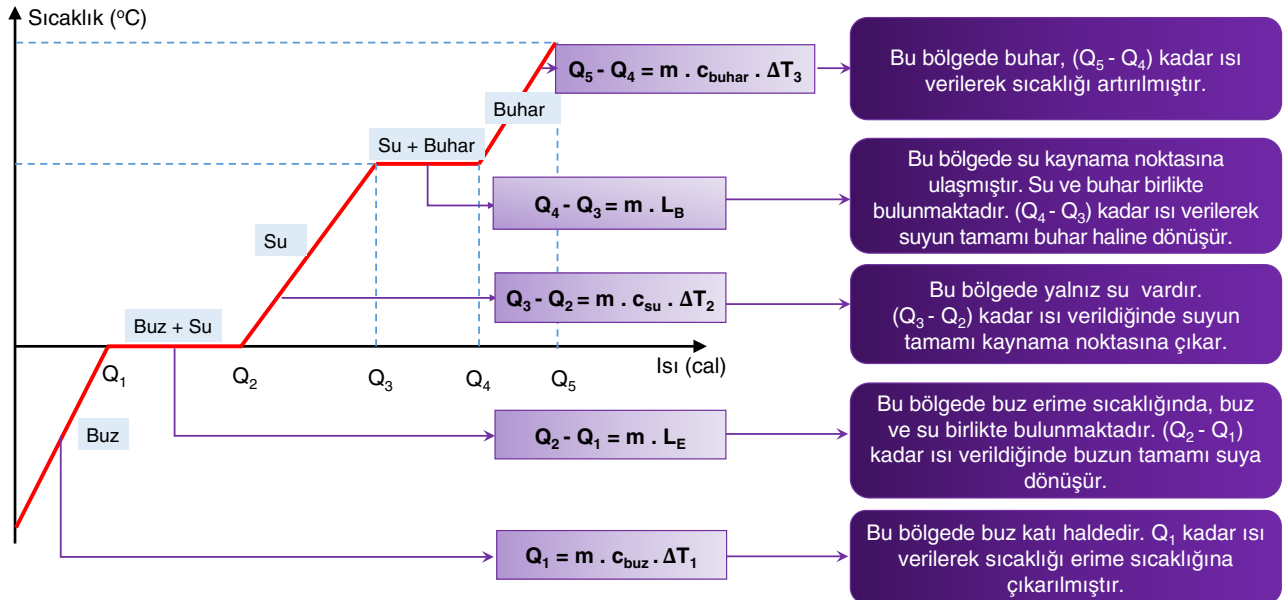
Erime ısısı (L_E)	Donma ısısı (L_D)	Buharlaşıma ısısı (L_B)	Yoğuşma ısısı (L_Y)
Erime sıcaklığındaki saf bir maddenin birim kütlesinin, aynı sıcaklıkta sıvı hâle geçmesi için maddeye verilmesi gereken ısı miktarı L_E olarak adlandırılır.	Donma sıcaklığındaki saf bir maddenin birim kütlesinin, aynı sıcaklıkta katı hâle geçmesi için maddeye verilmesi gereken ısı miktarı L_D olarak adlandırılır. Saf bir maddenin erime ve donma ısıları eşittir, yani bir maddenin erime sıcaklığında sıvı hâle geçmesi için gereken ısı miktarı ile aynı sıcaklıkta katı hâle geçmesi için yayması gereken ısı miktarı birbirine eşittir. ($L_E = L_D$)	Kaynama sıcaklığında saf bir maddenin birim kütlesinin, aynı sıcaklıkta gaz hâle geçmesi için maddeye verilmesi gereken ısı miktarı olarak adlandırılır.	Yoğuşma sıcaklığında saf bir maddenin birim kütlesinin, aynı sıcaklıkta gaz hâlden sıvı hâle geçmesi için madde tarafından yayılması gereken ısı miktarı L_Y olarak adlandırılır. Saf bir maddenin buharlaşma ve yoğuşma ısıları eşittir. $L_Y = L_B$

Q ısı miktarını, m madde miktarını ve L ise maddenin hâl değıştirme ısısını temsil eder. Hâl değıştirme için gerekli ısı miktarı, maddenin kütlesi ile doğru orantılıdır. Aşağıdaki matematiksel model ile bulunur.

$$Q = m \cdot L$$

**DİKKAT**

Hâl değıştiren saf bir maddenin sıcaklığı değışmediği için hâl değıştirmeyen kısmının özkütlesi değışmez.



ISIL DENGİ

İki sistem arasında ısı temas olduğunda, sıcaklığı yüksek olan sistemden düşük olan sisteme doğru ısı transferi gerçekleşir. Bu süreçte, sıcaklıklar arasındaki fark azalır sonunda ısı alışverişi sıcaklıklar eşitlendiğinde durur. İşte bu noktada sistemler ısı dengeye ulaşmış olur.



Isıl dengeye ulaşan cisimlerin son sıcaklıkları birbirine eşittir ve bu sıcaklığa denge sıcaklığı (T_d) denir.



DİKKAT

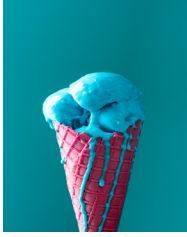
Isıca yalıtılmış bir ortamda, sıcaklıkları farklı iki cisim birbiriyle temas etmese bile enerji alışverişi gerçekleşir.



KRİTİK BİLGİ

Isı veren maddenin iç enerjisi azalır, ısı alan maddenin iç enerjisi artar.

ISIL DENGİNİN SICAKLIK FARKI VE ISI İLE İLİŞKİSİ

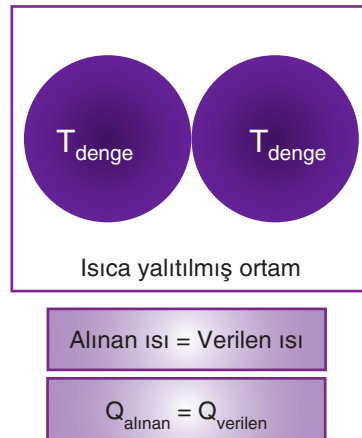
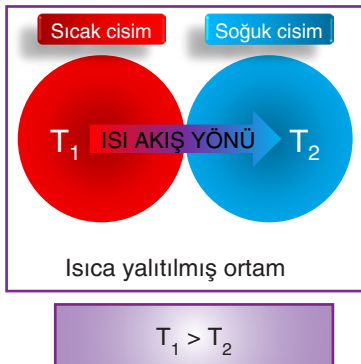


Dondurma, oda sıcaklığındaki bir ortama bırakıldığında, çevresinden ısı alarak erir. Bu süreçte dondurma erirken, çevresindeki hava veya diğer cisimlerin sıcaklığı düşer. Isı alışverişi, dondurma tamamen eriyene kadar devam eder çünkü dondurma erime işlemi sırasında çevresinden sürekli olarak ısı almaya devam eder. Ancak, dondurmanın tamamen erimesi ve sıcaklık farkının ortadan kalkmasıyla birlikte cisimler ısı dengeye ulaşır ve ısı alışverişi durur.



DİKKAT

Isıca yalıtılmış bir ortamda, termal temas halinde bulunan cisimlerin sıcaklıkları eşitse aralarında ısı alışverişi olmaz.



Sıcaklık farkı olan cisimler birbirleriyle temas ettiğinde, sıcaklığı yüksek olan cisimden düşük olan cisme doğru ısı geçişi olur. Yani, sıcak cisim ısı verirken, soğuk cisim bu ısıyı alır. Bu durumda, alınan ısı miktarı, verilen ısı miktarına eşittir.

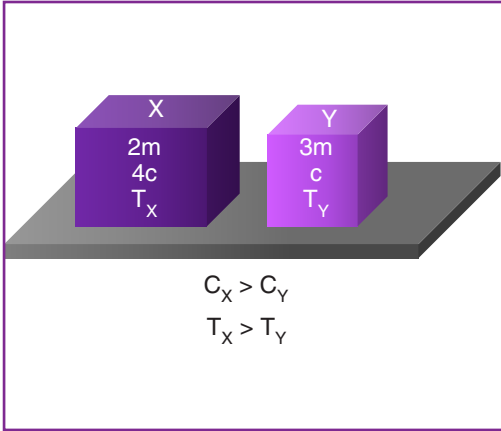
**KRİTİK BİLGİ**

Isı alışverişi sırasında hâl değişimi yoksa denge sıcaklığı (T_{denge}) maddelerin ilk sıcaklıkları (T_1 ve T_2) arasında bir değer alır.

$$T_1 > T_{\text{denge}} > T_2$$

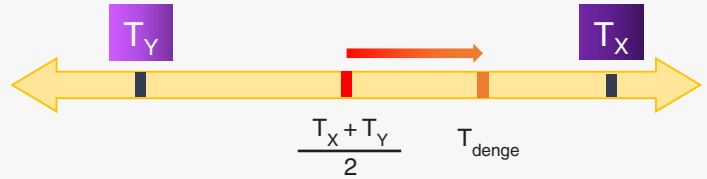
**KRİTİK BİLGİ**

Maddelerden biri ya da ikisi hâl değişimi sıcaklığında ise denge sıcaklığı maddelerin ilk sıcaklıklarına eşit olabilir.



Eğer iki cismin ısı sığası eşit olsaydı X ve Y cisimlerinin denge sıcaklığı ilk sıcaklıklarının ortalaması olan $\frac{T_X + T_Y}{2}$ olacaktı.

Ancak $C_X > C_Y$ olduğundan denge sıcaklığı, ısı sığası daha büyük olan X cisminin sıcaklığına daha yakın olacaktır.



ENERJİ YAYILMA YOLLARI VE ENERJİ İLETİM HIZI

Isı, moleküller arasındaki kinetik enerjinin aktarımıyla gerçekleşir. Isı aktarımı, sıcaklık farkı olan cisimler arasında olur ve ısı iletim yönü her zaman sıcak cisimden soğuk cisme doğrudur.



KRİTİK BİLGİ

Isı, farklı sıcaklıklara sahip cisimler arasında transfer edilen bir enerjidir.

ENERJİ YAYILMA YOLLARI

Isı enerjisi iletim, konveksiyon ve ışıma olmak üzere üç farklı yolla yayılır.



ENERJİ İLETİM HIZI

Isıl denge, bir sistemin içindeki farklı sıcaklıktaki maddelerin sıcaklık farklarının azalarak, nihayetinde tüm sistemin aynı sıcaklığa ulaştığı durumdur. Isıl dengeye ulaşma süresi, bu sıcaklık farkının azalmasıyla belirlenir. Bu süre, ısı iletim hızıyla bağlantılıdır. Isı iletim hızı, sıcaklığın bir yerden başka bir yere nasıl yayıldığını belirler. Hızlı ısı yayılımı olan yerler, ısı dengeye daha hızlı ulaşırken, yavaş ısı yayılımı olan yerler ise daha uzun sürede ısı dengeye ulaşır.



Sobanın termal kamera görüntüsü

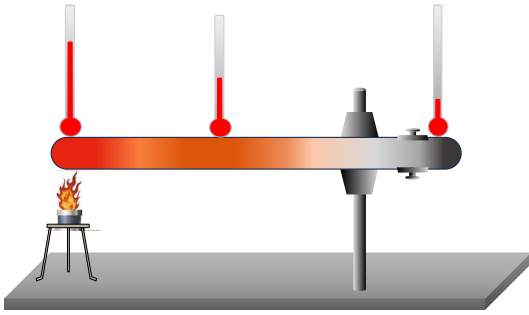


KRİTİK BİLGİ

Isı iletimi, sıcak cisimlerden soğuk cisimlere doğru gerçekleşir ve sıcaklık farkı ortadan kalkana kadar devam eder.

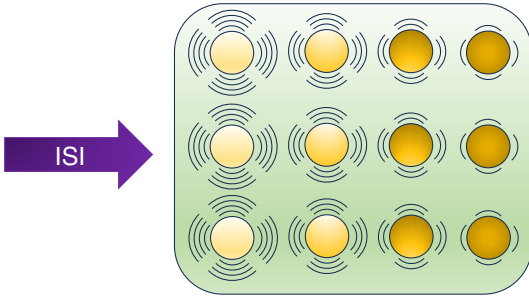
ISININ İLETİM YOLU İLE TRANSFERİ

Isının iletim yolu ile transferi katı maddelerde etkilidir. Çünkü katı maddelerin tanecikleri birbirlerine daha yakındır, böylece ısı daha kolay ve hızlı bir şekilde bir tanecikten diğerine iletilir.



Metal çubuğun ısıtılması

Metal bir çubuk bir ucundan ısıtıldığında, ısı enerjisi o uçtaki tanecikleri titreştirir. Ancak, bu ısı enerjisi hemen çubuğun diğer ucuna ulaşmaz. Isı, çubuğun boyunca tanecikler arasında taşınarak iletilir. Bu taşıma süreci zaman alır. Dolayısıyla, ısı verilen çubuğun diğer ucunun sıcaklığı anında artmaz; zamanla ısı, çubuğun diğer ucuna doğru yayılarak sıcaklığını artırır.

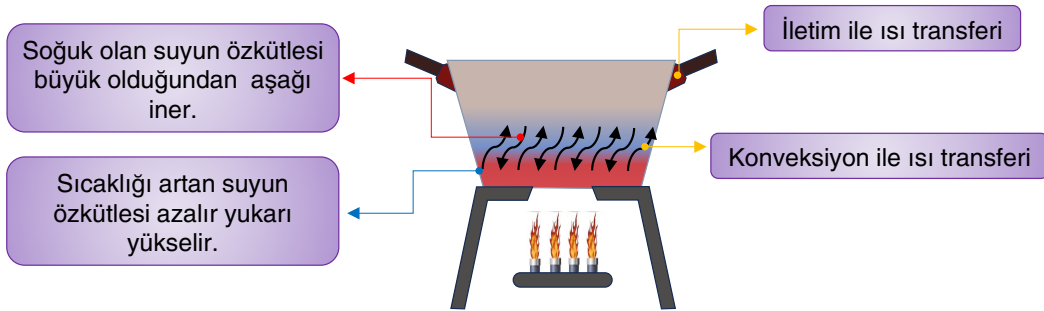


Isı verilen metalin moleküllerinin titreşim hareketi

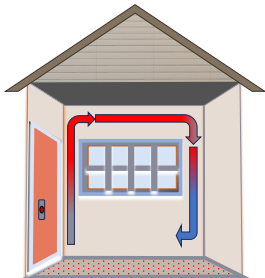
Isı, madde içindeki atomların çarpışmalarıyla taşınır. Bu çarpışmalar sırasında, enerji sıcak bölgedeki atomlardan soğuk bölgedeki atomlara aktarılır. Sonuç olarak, ısı madde içinde iletkenlik yoluyla yayılır ve sıcaklık dengelenir. Isının iletkenlik yoluyla yayılması, madde içindeki atomlar veya moleküller arasındaki düzenli yapıya ve etkileşimlere bağlı olarak gerçekleşir. Isının, madde içindeki komşu atomlar veya moleküller arasındaki etkileşimler sonucunda bir atomdan diğerine aktarılması, "iletim yoluyla yayılma" olarak adlandırılır.

**DİKKAT**

Isı iletkenliği, yalnızca katılar için ayırt edici bir özelliktir.

ISININ KONVEKSİYON YOLU İLE TRANSFERİ

Tencerede su ısıtıldığında, ilk önce alt kısımdaki su ısınır. Isınan su, özkütlesi azaldığı için yukarı doğru yükselir. Aynı anda, tencere içindeki daha soğuk ve özkütlesi büyük olan su, ısıtmak üzere tencerenin dibindeki daha sıcak suyun yerini alır. Bu süreçte, suyun alt kısmı sürekli olarak ısınmış ve yükselmiş su ile yer değiştirir. **Konveksiyon**, sıcak akışkanın yükselmesi ve soğuk akışkanın alçılmasıyla oluşan bir ısı transferi sürecidir.



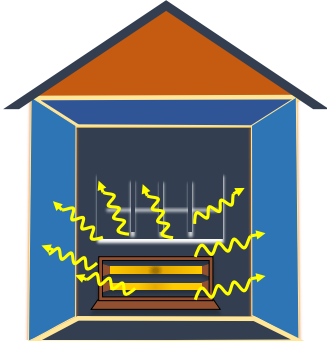
Isıtıcı kullanarak odanın sıcaklığını artırmak, havadaki konveksiyon akımıyla gerçekleşir. Isıtıcı, çalıştığında etrafındaki havanın sıcaklığını artırır ve yoğunluğunu azaltır. Böylece, sıcak hava yükselirken soğuk hava aşağı doğru iner, bu da sürekli bir hava dolaşımı oluşur. Sonuç olarak, odanın içindeki hava sürekli olarak dolaşır ve ısıtıcı tarafından yayılan sıcaklık odayı doldurur. Bu süreç, odanın konforlu bir şekilde ısınmasını sağlar.

ISININ IŞIMA (RADYASYON) YOLU İLE TRANSFERİ

Işıma yoluyla ısı transferi, enerjinin ışık dalgaları şeklinde yayılmasıdır. Bu dalgalar, havada veya boşlukta hareket eder ve doğrudan temas olmadan ısı transferi sağlar.



Güneş'ten gelen ısı, dalgalar şeklinde yayılır ve bu dalgalar ısıma yoluyla Dünya'ya ulaşır. Atmosferi geçerek Dünya'ya ulaşan Güneş ışınları, Dünya'nın yüzeyini ısıtır. Bu ısı transferi süreci, ısıma yoluyla gerçekleşir. Dünya, aldığı ısıyı geri ısıma yoluyla uzaya yayarak soğur. Bu süreç, Dünya'nın ısısının kontrol edilmesinde önemli bir rol oynar.



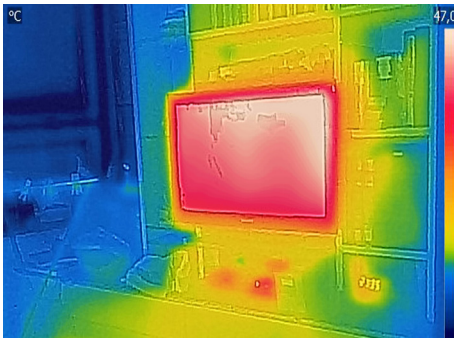
Evlerde sıkça kullanılan elektrikli ısıtıcılar, ısıma yoluyla da ısı yayarak odaları ısıtır. Isı dalgaları, çarptığı cisimlere sahip oldukları ısıyı aktarır.

**DİKKAT**

İletim ve konveksiyon ile ısı transferinde maddesel bir ortam gereklidir, ancak ısıma ile ısı transferinde maddesel bir ortam gerekmez.



Dewar şişeleri, ısıma yoluyla ısı transferini en aza indirmek için özel olarak tasarlanmış termos türleridir. İç ve dış duvarları arasında vakumlu bir boşluk bulunur ve iç yüzeyi gümüşlenmiştir. Bu özellikler sayesinde, ısıma yoluyla ısı transferi en aza indirilir ve sıcaklığın korunması sağlanır.



Termal kamera görüntüsü

Tüm cisimler ısıma yapar. Bu ısıma genellikle gözle görülemeyen kızılötesi ışımadır. Ancak termal kameralar gibi özel cihazlar, bu kızılötesi ışımayı algılayabilir ve cisimlerin sıcaklık farklarını görsel olarak gösterir.



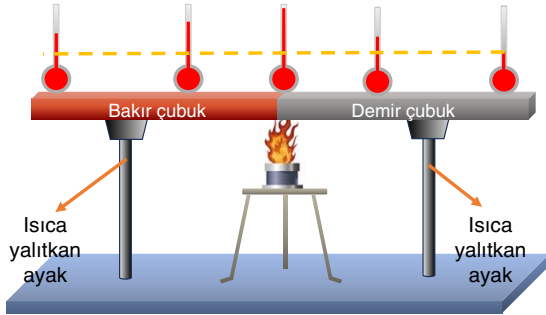
Güneş panelleri, güneşten gelen ışınları kullanarak elektrik enerjisi üreten cihazlardır. Bu paneller, ışıma yoluyla güneşten gelen enerjiyi fotovoltaik hücrelerde elektrik enerjisine dönüştürürler. Bu teknoloji, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak önem kazanmaktadır.



Güneş ocakları güneş enerjisini kullanarak ısı üreten cihazlardır. Bu cihazlarda, güneş ışınları odaklayarak yüksek sıcaklıklar elde edilir. Güneş ocaklarında ısı transferi ışıma yoluyla gerçekleşir; yani güneş ışınları, güneş ocağı tarafından toplanır. Bu şekilde, güneş enerjisi ışıma yoluyla ısıya dönüştürülür ve kullanılır.

KATI MADDEDEKİ ENERJİ İLETİM HIZINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

Katı maddelerde ısı, iletim yoluyla yayılır. İletim, maddelerin cinsine göre farklı hızlarda gerçekleşir. Örneğin, bir demir çubuğun bir ucunu ateşe koyduğunuzda, ısı hızla çubuğun diğer ucuna yayılır. Ancak, aynı şeyi bir plastik çubukla derseniz, ısı bu kez çok daha yavaş yayılır.



Aynı uzunluk ve kalınlıktaki bakır ve demir çubuklar, şekildeki gibi birleştirilip birleşme noktalarına ısı verildiğinde, bakır çubuktaki termometrelerin sıcaklık değişimlerinin demir çubuğa göre daha fazla olduğu görülür. Bunun nedeni, bakır çubuğun demir çubuğa göre ısıyı daha hızlı iletiriyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Isı iletim hızı, birim zamanda aktarılan ısı miktarını ifade eder. Bu hız, ısı iletim katsayısı (k) ile doğru orantılıdır. Isı iletim katsayısı, maddenin cinsine bağlı bir özelliktir ve farklı malzemeler için farklılık gösterir. Genellikle, metaller yüksek ısı iletim katsayısına sahipken, yalıtım malzemeleri daha düşük ısı iletim katsayısına sahiptir.

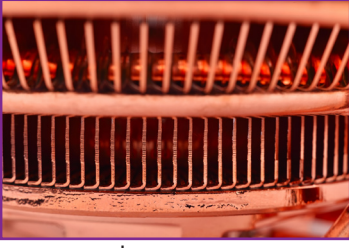


Aynı sıcaklıkta olsalar bile, metal kaşığın ısı iletkenlik katsayısı tahta kaşığın ısı iletkenlik katsayısından büyük olması nedeniyle metal kaşık, dokunulduğunda daha hızlı bir şekilde bedenimizden ısı alır ve bu da metal kaşığın daha soğuk algılanmasına neden olur.



KRİTİK BİLGİ

Yapısında çok sayıda serbest elektron bulunduran malzemeler elektriği iyi iletir gibi ısıyı da iyi iletirler.



Bakır İşlemci soğutucu

Bilgisayarların soğutucuları, genellikle yüksek iletkenlik katsayısına sahip bakır malzemelerden yapılır. Böylece, işlemcinin daha hızlı bir şekilde soğuması sağlanır.



Duvar yalıtımı

Bir evin dış duvarlarında kullanılan izolasyon malzemeleri, iç mekanda ısıyı tutmak için düşük ısı iletim katsayısına sahip olmalıdır.



Tuğlaların boşluklu yapıda olması, içlerindeki hava boşluklarının ısı iletkenlik katsayısının düşük olmasıyla ilişkilidir. Isı iletkenlik katsayısı küçüldükçe, bir malzemenin ısıyı iletme kabiliyeti azalır. Bu durumda, tuğlaların içindeki hava boşlukları sayesinde ısı iletkenlik katsayısı düşer ve bu da ısı iletim hızının düşmesine neden olur. Sonuç olarak, binaların duvarlarında ısı akışı yavaşlar. Bu durum binanın ısı yalıtımını artırır ve enerji tasarrufu sağlar.



Isı iletim hızı, temas edilen yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle temas edilen yüzey alanı arttıkça, ısı transferi miktarı da artar. Örneğin; soğuk su dolu bir havuza parmağınızın ucuyla dokunmanız durumunda temas edilen yüzey alanı daha küçük olduğundan daha az ısı transferi gerçekleşir ve vücut sıcaklığınızda çok az bir değişiklik olur. Ancak, havuza iki ayağınızı birden temas ettirirseniz kesit alanı daha fazla olduğundan, daha fazla ısı transferine neden olur. Sonuç olarak, vücut sıcaklığınızın daha fazla düşmesine ve üşüme hissetmenize neden olacaktır.



Isının iletim hızı, iletildiği noktalar arasındaki sıcaklık farkıyla doğru orantılıdır. Yani, sıcaklık farkı (ΔT) ne kadar büyükse, ısı iletim hızı da o kadar büyük olur. Kışın evlerin daha çabuk soğuması da bu prensibe dayanır. Kışın dış ortamın sıcaklığı iç mekandaki sıcaklıktan daha düşüktür. Bu durumda, evin içinden dışarıya doğru ısı akışı hızlanır.



Isı iletim hızı, maddenin kalınlığı (Δx) ile ters orantılıdır. Örneğin kış mevsimi soğuk geçen bölgelerde evlerin duvarları kalın yapılıdır, Kutup ayıları soğuk ortamlarda yaşadıklarından vücutlarını soğuktan korumak için kalın bir deri tabakasıyla donatılmışlardır.

ENERJİ TASARRUFU İÇİN ISI YALITIMI

Fosil yakıtların tükenme riski ve çevresel etkileri göz önünde bulundurularak, binalardaki ısı kayıplarını azaltmanın önemi giderek artmaktadır. Isı yalıtımı, bu bağlamda en etkili çözümlerden biridir. Çatı, dış cephe, pencere ve kapı gibi alanlarda uygulanabilen bu yöntem, iç mekanın sıcaklığını koruyarak enerji tüketimini azaltır. Bu sayede, evlerde kullanılan doğal gaz ve elektrik miktarı önemli ölçüde düşer.

Binalardaki ısı kayıplarını azaltmak için alınabilecek önlemler şunlardır:

- 

Binalarda enerji verimliliğini artırmak ve iç mekanın sıcaklığını korumak için mantolama işlemi oldukça önemlidir. Mantolama, binanın dış cephesinin özel malzemelerle kaplanarak ısı yalıtımı sağlanması işlemidir. Bu işlem, binanın dış yüzeyine özel bir yalıtım malzemesinin uygulanmasıyla gerçekleştirilir. Bu malzeme, binanın dış duvarlarına eklenerek, iç mekanın ısı kaybının azaltılmasına ve enerji tasarrufuna yardımcı olur.
- 

Çatılar yalıtılmalıdır. Çatılar, bir binanın en üst kısmını oluşturur ve çevresel etkilere karşı en fazla maruz kalan yapı elemanlarından biridir. Özellikle kış aylarında, çatıdan kaynaklanan ısı kayıpları oldukça önemlidir ve bu durum enerji verimliliğini olumsuz etkiler. Bu nedenle, çatıların yalıtılması, binaların enerji tüketimini azaltmak ve iç mekanın sıcaklığını korumak için önemli bir adımdır.
- 

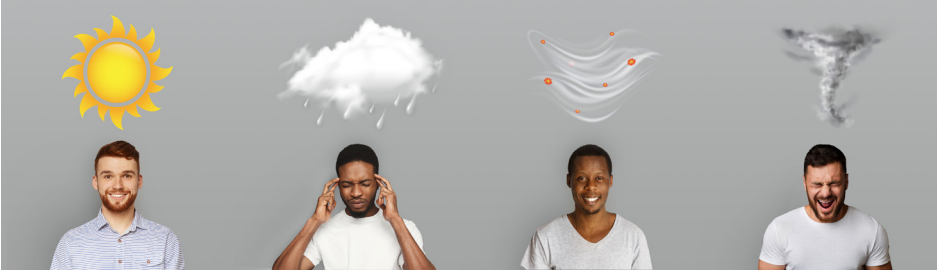
Pencerelerin çift cam veya ısıcam olması, özellikle soğuk iklimlerde veya yüksek enerji maliyetlerinin olduğu bölgelerde evlerde enerji verimliliğini artırır ve ısı kaybını önemli ölçüde azaltır. Çift cam veya ısıcam yapıdaki pencereler, iç mekanın sıcaklığını daha iyi korur ve böylece evin ısıtma maliyetlerini düşürür.
- 

Pencere ve kapı kenarlarındaki hava sızıntılarının önlenmesi evin ısısının dışarıya sızmasını engellemek için yapılması gereken önlemler arasında, büyük önem taşımaktadır. Bunun için, özel olarak tasarlanmış pencere bandı ve sünger gibi malzemeler kullanılarak bu sorun kolayca çözülebilir.
- 

Tesisat borularının yalıtılması, enerji verimliliğini artırmak için kritik bir adımdır. Bu yalıtım, ısı kayıplarını azaltarak enerji tasarrufu sağlar ve tesisatın ömrünü uzatır. Ayrıca, nemlenme ve donma gibi olumsuz etkileri önleyerek tesisatın sağlıklı çalışmasına katkıda bulunur.
- 

Zemin yalıtımı yapılması, binaların enerji verimliliğini artırarak iç mekan konforunu sağlayan önemli faktördür. Isı kaybını azaltır, ısıtma ve soğutma maliyetlerini düşürür, nemin oluşumunu engeller ve iç mekanın daha konforlu olmasını sağlar.

HİSSEDİLEN VE GERÇEK SICAKLIK



Hava sıcaklığı, insan vücudunun hissettiği sıcaklıkla termometrenin ölçtüğü değer arasında farklılık gösterir. Bu hissedilen sıcaklık; iklim, giysilerin özellikleri, kişisel faktörler ve meteorolojik koşullar gibi çeşitli etmenlerden etkilenir. Sıcaklık algısı, bireyden

bireye değişebilir ve bu durum, sıcaklık değerinin objektif bir şekilde ele alınmasını engellemez. Özellikle sıcak havalarda, hissedilen sıcaklık üzerinde etkili olan faktörler arasında aktivite seviyesi, giysi kalitesi, hava sıcaklığı, nem oranı, hava hareketi ve çevresel koşullar bulunur. Bu nedenle, her bireyin aynı hava koşullarını farklı şekilde hissetmesi, bilimsel değerlendirmelerde dikkate alınmalıdır. Bu bilgi, insan sağlığı açısından önemlidir ve meteorolojik ölçümlerle birlikte değerlendirilmelidir.

KÜRESEL ISINMA



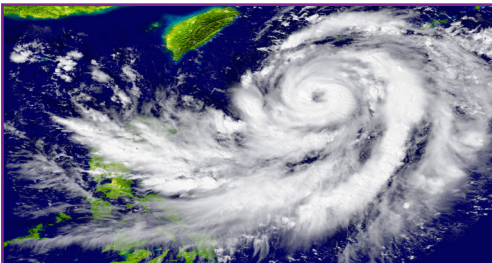
Küresel ısınma, Dünya'nın iklim sistemi üzerindeki önemli etkilerinden biridir. Sadece atmosferdeki sıcaklık artışı ile sınırlı kalmaz, aynı zamanda çeşitli doğal olayları da etkiler. Yüksek sıcaklıkların ve kuraklığın artmasıyla orman yangınları daha sık ve hızlı bir şekilde yayılır.



Yükselen sıcaklıklar ve düzensiz yağışlar, toprak erozyonunu hızlandırarak ve çölleşme sürecini tetikleyerek ekosistemleri olumsuz yönde etkiler. Bu durum, toprakların suyunu ve besin maddelerini kaybetmesine neden olarak tarım verimliliğini azaltır ve çevresel dengenin bozulmasına yol açar. Ayrıca, erozyon ve çölleşme doğal yaşam alanlarını tahrip eder, biyoçeşitliliği azaltır ve ekosistemlerde dengesizliklere sebep olur.



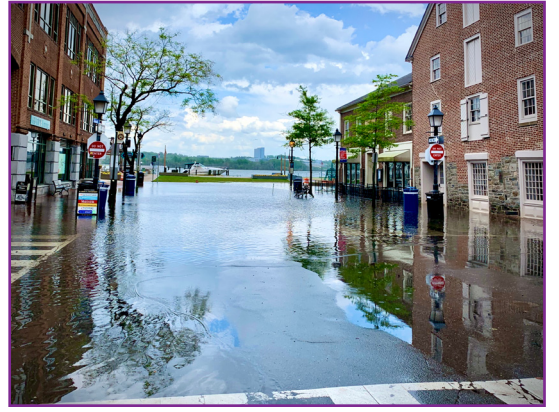
Yüksek sıcaklıkların insan sağlığı üzerinde ciddi riskleri bulunmaktadır, özellikle yaşlılar ve çocuklar daha hassas olabilirler. Bu tehlikeli sıcaklık seviyeleri, vücudun aşırı ısınmasıyla ilişkilendirilir ve sıcak çarpması, sıvı kaybı, dehidrasyon gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu durumda vücut, sıcaklığı dengelemekte zorlanır ve kalp, böbrekler ve diğer organlar üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Bu nedenle, yüksek sıcaklıkların olduğu zamanlarda güneşten koruyucu önlemler almak ve sık sık su tüketmek önemlidir.



Küresel ısınma, aşırı hava olaylarının sıklığını ve şiddetini artırabilir. Bu durum, aşırı yağışlar, fırtınalar ve seller gibi doğal afetlerin daha sık ve şiddetli bir şekilde meydana gelmesine neden olabilir. Artan sıcaklık, atmosferdeki su buharının artmasına ve bu da aşırı yağışlara yol açabilir. Aşırı yağışlar, sel riskini artırarak altyapıya zarar verebilir, tarım arazilerini etkileyebilir ve yerleşim alanlarında su baskınlarına neden olabilir.



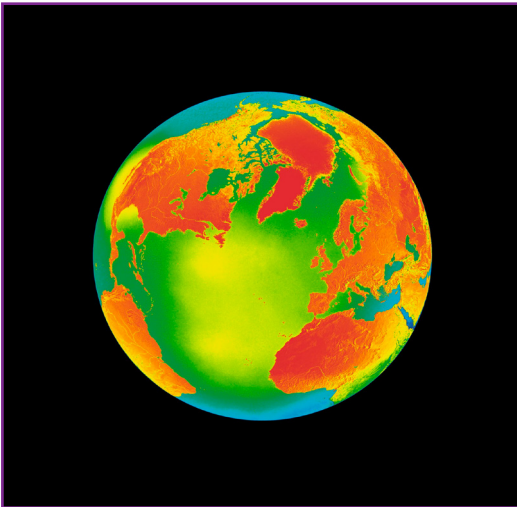
Küresel ısınmanın bir sonucu olarak kutuplardaki buzulların erimesi ve okyanus sularının ısınmasıyla ortaya çıkar. Bu durum, deniz seviyesindeki artışın kıyı bölgelerinde çeşitli olumsuzluklara yol açar.



SERA ETKİSİ



Sera etkisi, atmosferdeki gazların Güneş'ten gelen ışınları yeryüzüne geri yansıtarak sıcaklığı artırması olarak tanımlanır. Bu etki özellikle su buharı ve karbondioksit gibi gazlar tarafından oluşturulur. Son yıllarda ise insan faaliyetleri sonucu sera gazlarının atmosferdeki miktarı artmıştır, bu da küresel ısınmayı hızlandırmıştır.

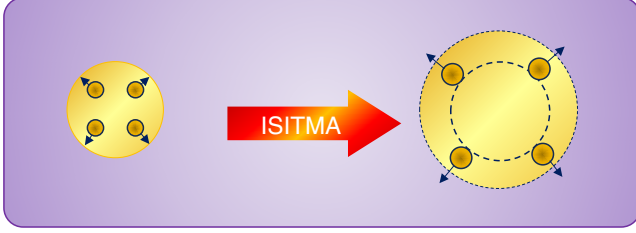


Uluslararası alanda küresel ısınmanın etkilerini ele almak amacıyla yapılan toplantılar ve çabalar, 1979'da başlamıştır. Bu toplantılar, çeşitli ülkelerin katılımıyla düzenlenmiş ve küresel ısınmanın nedenleri ve etkileri tartışılmıştır. Özellikle 1988'de Kanada'nın Toronto kentinde gerçekleştirilen bir konferansta, sera gazlarının azaltılması için çeşitli önlemler önerilmiştir.

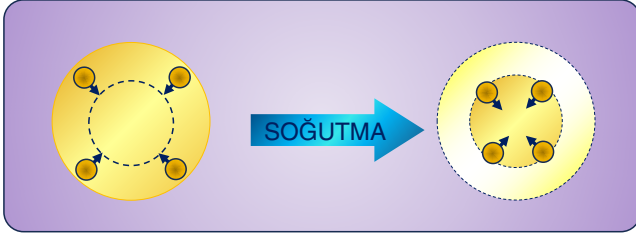
1997'de Kyoto'da düzenlenen bir konferansta, "Kyoto Protokolü" imzalanmıştır. Bu protokol, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedeflemiştir ve katılan ülkeler, belirli bir oranda emisyon azaltımı yapmayı taahhüt etmişlerdir. Ancak, protokolün yürürlüğe girebilmesi için belirli bir sayıda ülkenin onaylaması gerekmektedir.

Bu çabalar, küresel ısınmanın etkilerini azaltmaya yönelik önemli adımlar olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, küresel ısınmanın önlenmesi ve etkilerinin azaltılması için daha fazla uluslararası işbirliğine ve çabaya ihtiyaç vardır.

GENLEŞME



Sıcaklık artışıyla birlikte, maddelerin atom ve molekülleri daha fazla enerji kazanır. Bu durumda, parçacıklar arasındaki uzaklık artar ve madde genişler. Bu doğal sürece **genleşme** denir.

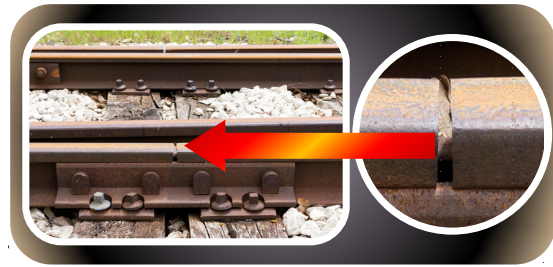


Tam tersine, sıcaklık düştüğünde atom ve moleküllerin kinetik enerjisi azalır ve parçacıklar birbirine yaklaşır, madde ise küçülür. Bu sürece ise büzülme adı verilir.

Genleşme, katılarda, sıvılarda ve gazlarda gerçekleşebilir.

GÜNLÜK HAYATTA GENLEŞME

Köprü genleşme derzleri, köprü yapısının farklı bölümleri arasındaki termal genleşme farklarını dengelemek için kullanılan yapısal bileşenlerdir. Sıcaklık değişimlerine tepki gösteren köprü malzemelerinin genleşme veya büzülmesini sağlarlar. Bu derzler, köprüdeki yapısal stresi azaltır, malzeme hasarını önler ve köprünün uzun ömürlü olmasını sağlar.



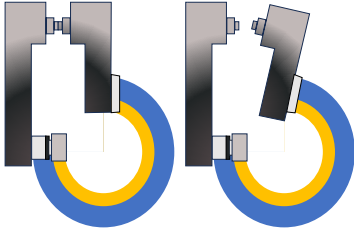
Tren rayları sıcak havalarda uzar, soğuk havalarda ise kısalır. Bu durum, rayların düzgün çalışmasını engelleyebilir. Bu yüzden tren raylarında genleşme derzleri kullanılır. Genleşme derzleri, rayların sıcaklık değişimlerine uyum sağlamasına yardımcı olur ve tren seyahatlerini güvenli hale getirir.

Sıcak hava balonları, içine doldurulan hava ısıtıldığında genişler ve özkütlesi azalır. Balonun içindeki hava, dışarıdaki havadan daha hafif olduğunda balona yukarı yönlü bir kuvvet etki eder. Bu kuvvet, balonun ve sepetin toplam ağırlığından fazla olduğunda balon yükselmeye başlar. Yani, sıcak hava balonları, içlerindeki ısıtılmış hava sayesinde yükselirler.





Elektrik telleri sıcaklık değişimlerine bağlı olarak genleşme veya büzülme eğilimi gösterir. Yaz aylarında montajı yapılan teller, kış aylarında beklenen büzülme eğilimini karşılayabilmek için daha uzun bırakılır. Bu, tellerin kış aylarında oluşabilecek gerilme ve kopma riskini azaltmaya yardımcı olur ve elektrik hatlarının güvenliği sağlanır.



Termostat modeli

Termostatlarda, akım geçtikçe teller ısınır ve bu ısınma sonucunda metaller genişler. Belli bir sıcaklığa ulaşıldığında, metallerin genişlemesiyle bağlantı noktaları arasında bir aralık oluşur. Bu durumda, devre tamamlanmaz ve akım geçmez. Termostat soğuduğunda, bağlantı noktaları tekrar temas eder ve devre tamamlanır. Bu sayede termostatin işlevi gerçekleşir ve cihazın sıcaklığı kontrol edilir.



Termostatlar, sıcaklık kontrolünü sağlamak amacıyla geliştirilen önemli cihazlardır. Evlerde kullanılan ısıtma ve soğutma sistemlerinden otomotiv endüstrisine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadırlar. Bu cihazlar, sıcaklığın belirli bir aralıkta sabit kalmasını sağlayarak kullanıcıların konforunu artırır ve enerji tasarrufu sağlar.

GENLEŞMENİN BAĞLI OLDUĞU DEĞİŞKENLER

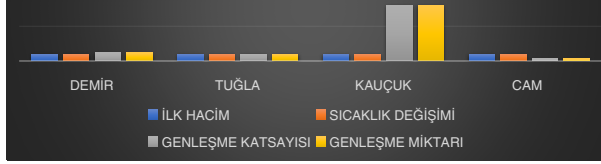
Genleşme miktarı, madde türüne, sıcaklık değişimine ve cismin başlangıçtaki boyutlarına bağlıdır.

Maddenin Türü:

Maddelerin farklı atomik yapıları ve içsel özellikleri, genleşme davranışlarını etkiler. Aynı boyutlara sahip birbirinden farklı maddelerin, aynı sıcaklık değişimi altında genleşme miktarları farklı olabilir. Bu farklılık, maddelerin kendilerine özgü genleşme katsayılarına sahip olmalarından kaynaklanır. Genleşme katsayısı maddeye özgüdür. Sabit basınç altındaki bir maddenin sıcaklığının 1°C değişmesi sonucunda hacmindeki değişimin ilk hacme oranı genleşme sabitini verir. Genleşme katsayısının birimi $1/\text{K}$ 'dir. Hacimleri aynı olan farklı maddelerin sıcaklıkları eşit miktarda artırıldığında genleşme katsayısı büyük olan madde daha fazla genişler.

Madde	Boyca Isıl Genleşme Katsayısı (1°C)
Demir	12×10^{-6}
Tuğla	10×10^{-6}
Kauçuk	80×10^{-6}
Cam	3×10^{-6}

Farklı Maddelerin Aynı Hacim ve Eşit Sıcaklık Değişimi Altında Genleşme Grafiği



KRİTİK BİLGİ

Genleşme miktarı genleşme katsayısı ile doğru orantılıdır.



KRİTİK BİLGİ

Maddenin molekülleri arasındaki bağlar ne kadar zayıfsa, madde o kadar kolay genleşir.



DİKKAT

Gazların genleşme katsayısı sıvılarınkinden, sıvıların genleşme katsayısı da katılarınkinden büyüktür.

Sıcaklık Değişimi:

Sıcaklık, madde moleküllerinin kinetik enerjisiyle doğru orantılıdır. Bu nedenle, sıcaklık arttıkça moleküllerin kinetik enerjisi de artar ve moleküller daha fazla titreşmeye başlar. Moleküllerin daha fazla titreşmesi, aralarındaki mesafenin artmasına ve dolayısıyla maddenin genleşmesine neden olur.



KRİTİK BİLGİ

Genleşme miktarı sıcaklık değişimi ile doğru orantılıdır.

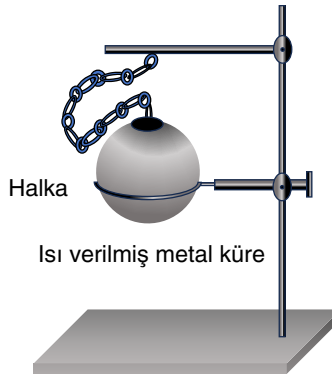
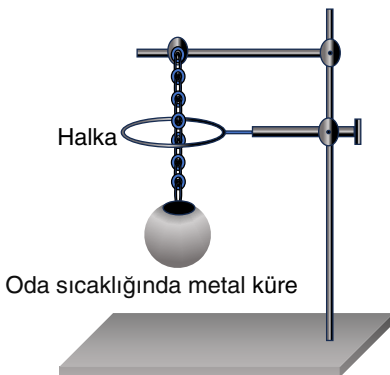
Madde Miktarı:

Maddeler, atom ve moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşur. Maddenin miktarı arttıkça, maddede bulunan atom ve molekül sayısı da artar. Atom ve molekül sayısının artması, daha fazla molekülün titreşmesi anlamına gelir. Sıcaklık arttıkça, moleküller daha fazla enerji kazanır ve daha hızlı titreşmeye başlar. Bu hızlı titreşimler, moleküller arasındaki temasın artmasına ve dolayısıyla maddenin genleşmesine neden olur. Sonuç olarak, maddenin miktarı arttıkça genleşme miktarı da artar.



KRİTİK BİLGİ

Genleşme miktarı madde miktarı ile doğru orantılıdır.

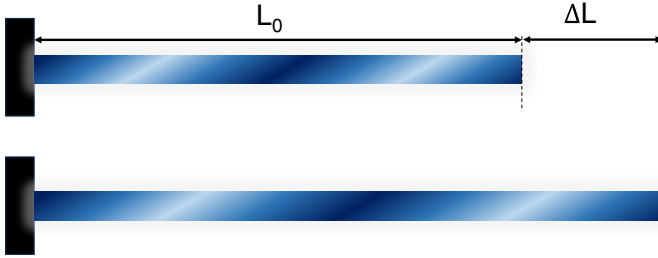


- Oda sıcaklığında, metal küre halkadan geçer.
- Metal küre ısıtıldığında genişir ve halkadan geçemez hale gelir.
- Metal küre soğuduğunda, tekrar halkadan geçebilir hale gelir.

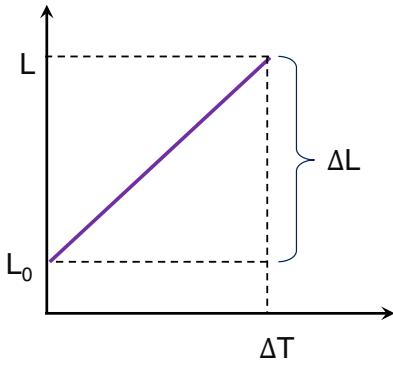
KATI MADDELERDE GENLEŞME

1. Boyca Genleşme:

Maddenin kalınlığı uzunluğuna göre çok küçük olan maddelerde, genleşme genellikle boyca olarak dikkate alınır ve kalınlığındaki genleşme ihmal edilebilir düzeydedir.



- ΔL , genleşen maddenin uzunluğundaki değişim (birim: metre, m).
- L_0 , başlangıç uzunluğu (birim: metre, m).
- λ , genleşme katsayısı (birim: $^{\circ}\text{C}^{-1}$ veya K^{-1})
- ΔT , sıcaklık değişimi (birim: $^{\circ}\text{C}$ veya K)



$$\Delta L = L - L_0$$

Kalınlığı ihmal edilen bir tel ısıtıldığında boyunda meydana gelen değişim, metalin ilk boyu (L_0), sıcaklığında meydana gelen değişim (ΔT) ve metalin genleşme katsayısı (λ) ile doğru orantılıdır.



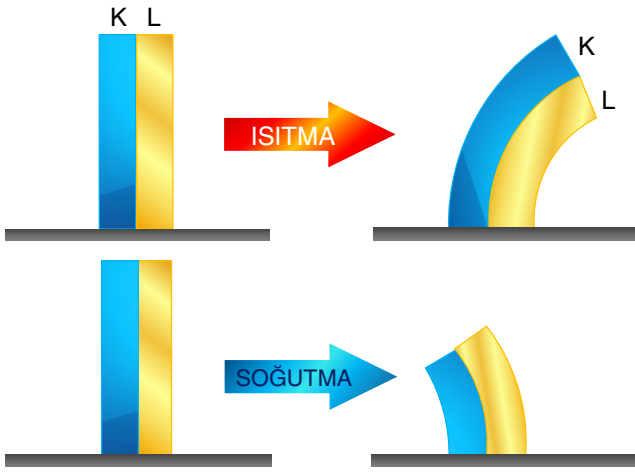
Kalınlığı ihmal edilen aynı boydaki X ve Y metal telleri, aynı sıcaklık değişimlerine maruz bırakılarak ısıtıldığında, X telinin daha fazla boyca genleştiği gözlemlenir. Bu durumun sebebi, X telinin genleşme katsayısının (λ_X) Y telinin genleşme katsayısından (λ_Y) büyük olmasından kaynaklanmaktadır. ($\lambda_X > \lambda_Y$)



Aynı boydaki X ve Y metal telleri, aynı sıcaklık değişimlerine maruz bırakılarak soğutulduğunda, X telinin daha fazla boyca kısaltıldığı gözlemlenir.

Farklı genleşme katsayılarına sahip iki metal birbirine perçinlenip ısıtıldığında veya soğutulduğunda bükülme olur. Bu olay metallerin sıcaklık değişimine karşı farklı oranlarda genleşip daralmasıyla ilgilidir.

$$\lambda_K > \lambda_L$$

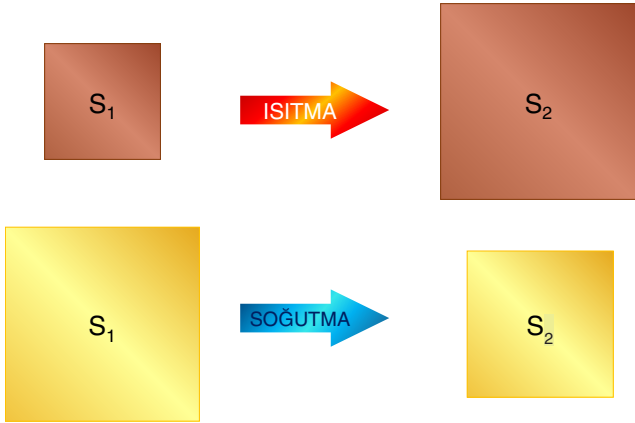


Eşit boydaki K ve L metalleri birbirine perçinlenip, ısı verilip eşit miktarda sıcaklığı değiştirildiğinde, K metalinin L metalinin üzerine şekildeki gibi katlandığı görülmektedir. Bu durum, K metalinin L'den daha fazla genleştiğini gösterir. Sonuç olarak K metalinin genleşme katsayısı L'den daha fazladır.

K ve L metalleri soğutulduğunda ise genleşme sabiti büyük olan K metal L'den daha fazla kısılacığından L metal K metalinin üzerine katlanacaktır.

2. Yüzeysel Genleşme:

Kalınlığı yüzey alanına oranla oldukça küçük olan metal levhalar, ısıtıldığında veya soğutulduğunda kalınlıklarındaki genleşme ihmal edilirse, yüzey alanındaki değişimler levhanın cinsine, ilk yüzey alanına ve sıcaklık değişimiyle doğru orantılıdır.

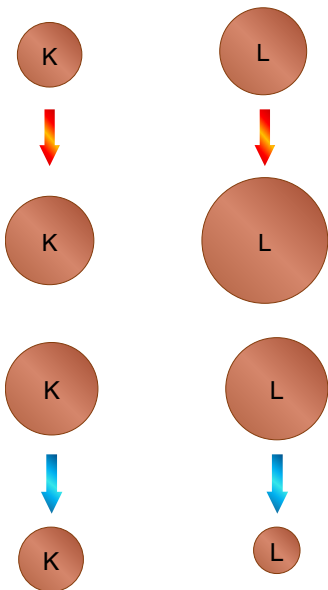


ΔS = Levha alanındaki değişim

S_1 = Levhanın ilk alanının büyüklüğü

S_2 = Levhanın son durumdaki alanın büyüklüğü

$$\Delta S = S_2 - S_1$$

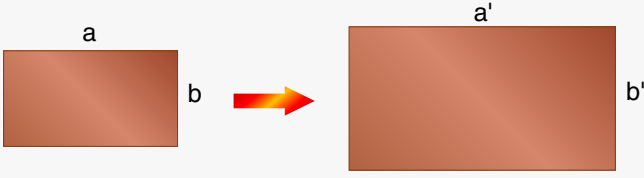


Aynı maddeden yapılmış K ve L levhaları ısıtılıp sıcaklıkları eşit miktarda arttırılırsa, ilk yüzey alanı büyük olan L levhasının yüzey alanındaki artış K levhasına göre daha fazladır.

Aynı maddeden yapılmış K ve L levhaları soğutulup sıcaklıkları eşit miktarda azaltılırsa, ilk yüzey alanı büyük olan L levhasının yüzey alanındaki azalış K levhasına göre daha fazladır.



KRİTİK BİLGİ

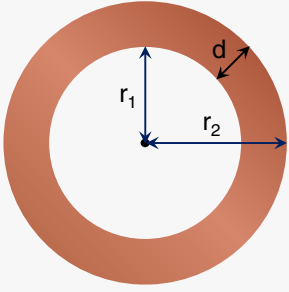


Yüzeyce genleşme durumunda bir levhanın bütün boyutları aynı oranda uzar ya da kısalır.

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'}$$



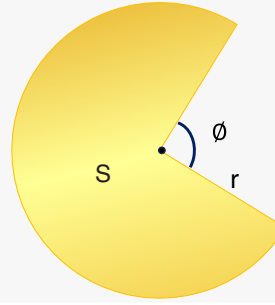
KRİTİK BİLGİ



İçinde yarıçaplı boşluk bulunan dairesel levha dairesel levhanın r_1 , r_2 , d uzunlukları levhanın sıcaklığı artarken artar, azalırken kısalır.



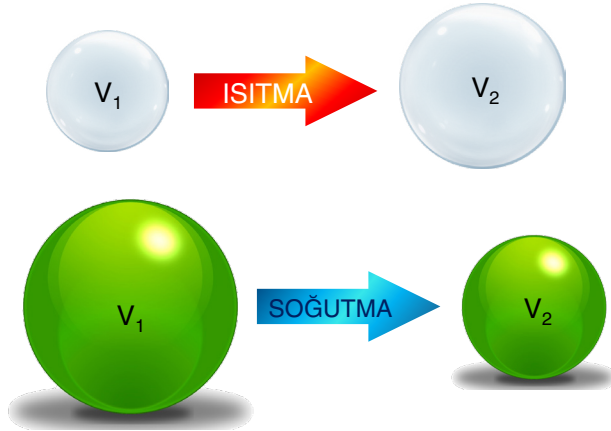
KRİTİK BİLGİ



Bir kısmı kesilip çıkartılan levhanın genleşme sonucunda yarıçapı (r) artarken, yüzey alanı (S) da artar, θ açısı değişmez. Levha soğutulduğunda ise (r) azalır, yüzey alanı (S) azalır, θ açısı yine değişmez.

3. Hacimce Genleşme

Boyutları ihmal edilemeyecek kadar büyük cisimlerin, sıcaklık artışı sonucunda her üç boyutun genişlemesiyle gerçekleşir. Bu genleşmeler, cismin ilk hacmi, genleşme katsayısı ve sıcaklık artışının miktarıyla doğru orantılıdır.



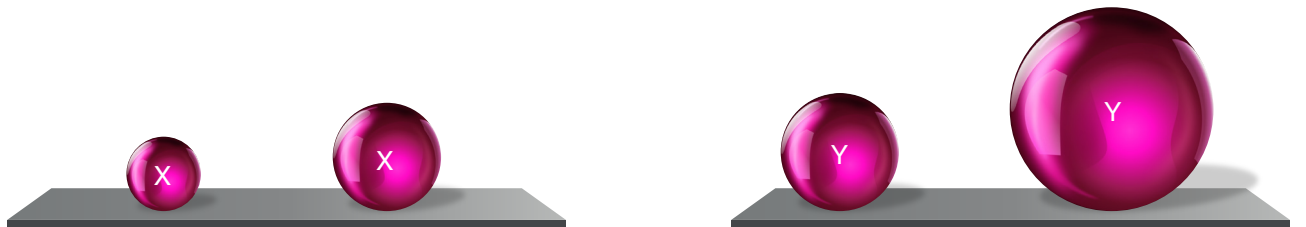
ΔV : Hacimdeki değişim

V_2 : Son hacim

V_1 : İlk hacim

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

Aynı maddeden yapılmış cisimler eşit miktarda sıcaklık değişimine maruz bırakıldıklarında ilk hacmi büyük olan cismin hacim değişimi daha fazla olacaktır.

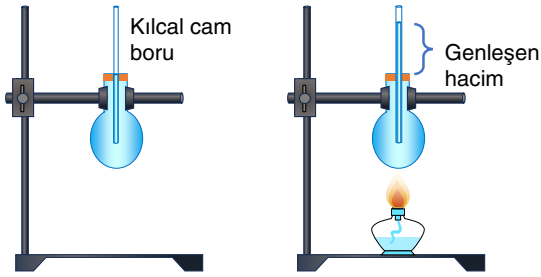


Aynı maddeden yapılmış X, Y küreleri eşit miktarda sıcaklık değişimine maruz bırakıldığında hacmi büyük olan Y küresi hacimce daha fazla genişleyecektir.

$$V_Y > V_X \text{ olduğundan } \Delta V_Y > \Delta V_X \text{ olur.}$$

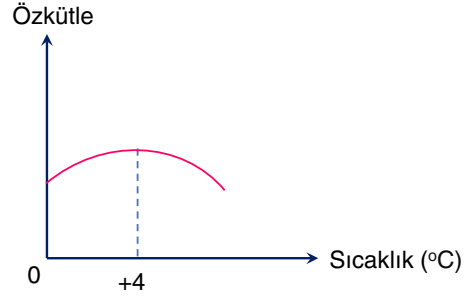
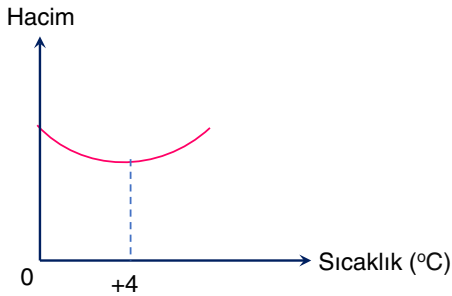
SIVILARDA GENLEŞME

Sıvı moleküllerine ısı verildiğinde, moleküllerin kinetik enerjisi artar ve bu durum sıvı moleküllerinin daha hızlı hareket etmesine neden olur. Sıvı molekülleri arasındaki bu hızlı hareketlilik, moleküllerin arasındaki çekim kuvvetlerini geçici olarak zayıflatır veya kırar. Bu durumda, sıvı molekülleri daha fazla yer kaplamak için yayılmaya başlar ve sıvının hacmi genişler.



Cam bir kabın içine hâl değişim sıcaklığında olmayan bir sıvı konulur. Kabın ağzı, sızdırmazlık sağlamak için mantar tıpayla kapatılır. Sonrasında, mantar tıpanın ortasına kılcal bir cam boru yerleştirilir. Sıvı, ısıtıldığında genişler ve artan hacmi kılcal cam boruda yükselir.

Suyun oda sıcaklığından 4°C dereceye kadar soğutulması durumunda, diğer maddeler gibi büzülerek hacmi küçülür bu arada özkütlesi artar. Ancak, 4°C dereceden 0°C dereceye kadar olan soğuma sürecinde ise genişler ve hacmi artar, bu nedenle özkütlesi azalır. Su $+4^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta en yoğun halindedir. Bu durum sudaki canlıların yaşamsal faaliyetleri için önemli bir etkidir.



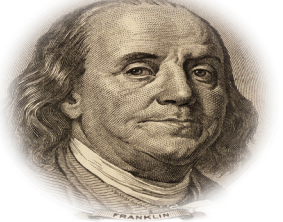
ELEKTRİK YÜKLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE ELEKTRİKLE YÜKLENME ÇEŞİTLERİ

ELEKTRİK YÜKLERİ

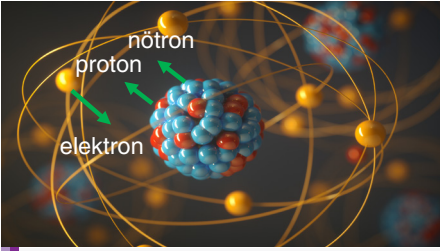


Kehribar

Elektrostatik, durgun elektrik yüklerinin ve yüklü tanecikler arasındaki kuvvetlerin incelendiği bir fizik dalıdır. Elektrostatik terimi, "elektrik" ve "statik" kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşmuş, durgun elektrik anlamına gelir. "Elektrik" kelimesi ise "elektron" teriminden türetilmiştir, bu da eski Yunanca 'da kehribar anlamına gelen bir kelimedendir. Elektrostatik kavramı, elektrik yüklerinin durgun olduğu durumları inceler ve kökenleri antik çağa kadar uzanır. Thales'in MÖ 6. yüzyılda keşfi ve Benjamin Franklin'in pozitif ve negatif elektrik yüklerini tanımlaması, elektrostatik alanın temelini oluşturan önemli adımlardır.



Benjamin Franklin



Atomlar, protonlar, nötronlar ve elektronlar adı verilen üç temel parçacıktan oluşur. Protonlar, atomun çekirdeğinde pozitif yüklü parçacıklardır ve kimyasal özellikleri belirlerler. Nötronlar, atomun çekirdeğinde bulunan, nötr (yani yüksüz) parçacıklardır. Elektronlar ise atomun çekirdeğinin etrafında dolaşan negatif yüklü parçacıklardır ve atomun kimyasal ve elektriksel davranışını kontrol ederler.

Protonlar, elektronlardan önemli ölçüde daha ağır olmalarına rağmen, elektrik yükleri zıt işaretli olup miktar olarak birbirine eşittir. Yapılan deneyler, elektronların yüklerinin en küçük yük olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, bir elektronun yüküne "**elemanter yük**" denir ve "**e.y**" olarak simgelenir.

Elektronlar, **e** sembolü ile belirtilirler. Protonlar ise **+e** olarak ifade edilirler. Tüm bilinen yüklü cisimler, elektronun yüküne eşit veya bu miktarın tam sayı katları kadar yük taşır. Bu durumu ifade etmek için, $q = N \cdot e$ formülü kullanılır. Burada q , cismin taşıdığı net yükü temsil ederken, N bir tam sayıdır.

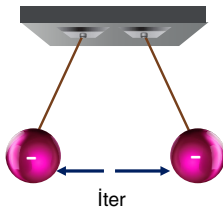
Parçacık	Yük (C)	Kütle (Kg)
Elektron (e)	$-1,6021917 \times 10^{-19}$	$9,1095 \times 10^{-31}$
Nötron (n)	0	$1,67492 \times 10^{-27}$
Proton (p)	$+1,6021917 \times 10^{-19}$	$1,67261 \times 10^{-27}$

1 elemanter yük (e.y): $1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb'dur.

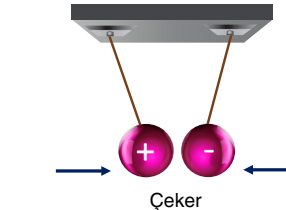
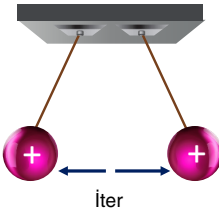
$$q = N \cdot e$$

Elektrik Yüklerinin Özellikleri ve Maddeler Arası Etkileşimler

Doğada, elektrik yükleri pozitif (+) ve negatif (-) olarak iki cins olarak bulunur. Aynı türden yükler birbirini iterken, zıt türden yükler birbirini çeker.

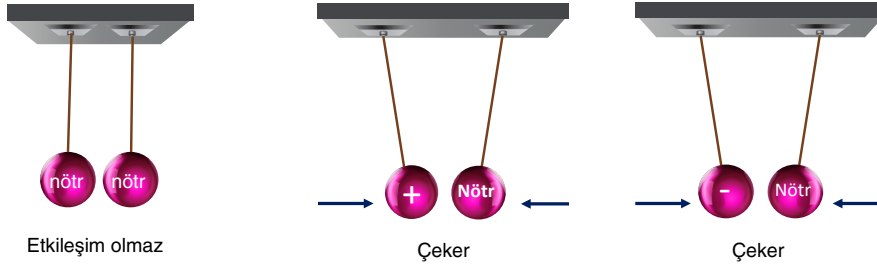


Aynı yüklü cisimler birbirini iter



Zıt yüklü cisimler birbirini çeker

Nötr cisimler, herhangi bir elektrik yükü taşımazlar ve dolayısıyla birbirlerine itme ya da çekme kuvveti uygulamazlar. Ancak yüklü cisimler, nötr cisimleri çeker.



ELEKTRİKLE YÜKLENME ÇEŞİTLERİ

Cisimlerin elektron alışverişi sonucu yük dengelerinin değişmesine **elektrik yüklenmesi** denir. Elektron kaybeden cisimler pozitif yüklü, elektron kazananlar ise negatif yüklü olur. Sistemde toplam elektrik yükü sabit kalır; buna **yüklerin korunumu kanunu** denir. Yani, bir cisim yük kazandığında, başka bir cisim yük kaybeder ve toplam yük miktarı değişmez.

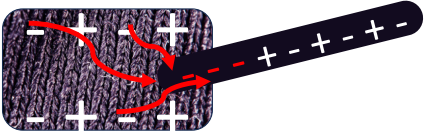
1. Sürtünme ile Elektriklenme:

Belli özelliklerdeki iki cisim birbirine sürtüldüğünde cisimlerden birisi elektron verirken diğeri bu elektronları alır. Bu süreçte, elektronları veren cisim pozitif yükle yüklenirken, elektronları alan cisim negatif yükle yüklenir. Elektron transferi sonucunda her iki cismin de toplam yükü değişmez.



Ebonit çubuk yün kumaşa
sürtünmeden önce

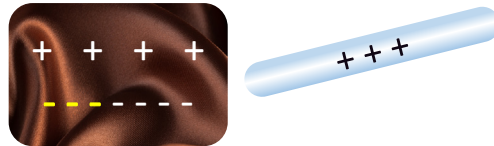
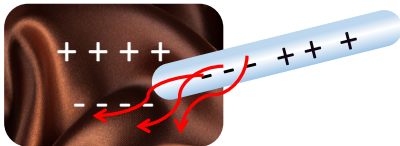
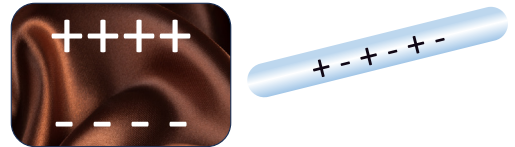
Başlangıçta ebonit çubuk ve yünlü kumaş nötrdür, yani her ikisi de eşit miktarda pozitif ve negatif yüklü parçacıklara sahiptir.



Ebonit çubuk yün kumaşa
sürtülürse

Ebonit çubuğun yünlü kumaşa sürtülmesiyle elektron alışverişi gerçekleşir. Bu süreçte, yünlü kumaş elektron kaybeder ve pozitif yükle yüklenirken, ebonit çubuk elektron fazlalığı kazanır ve negatif yükle yüklenir. Bu durum, sürtünme yoluyla elektrik yüklenmesinin bir örneğidir.

Başlangıçta cam çubuk ve ipek kumaş nötrdür.



Cam çubuğun ipek kumaşa sürtülmesiyle cam çubuğun yüzeyinden ipek kumaşa elektron geçişi olur. Bu süreçte, cam çubuğun elektron vermesiyle pozitif yükle yüklenirken, ipek kumaş bu elektronları alarak negatif yükle yüklenir.

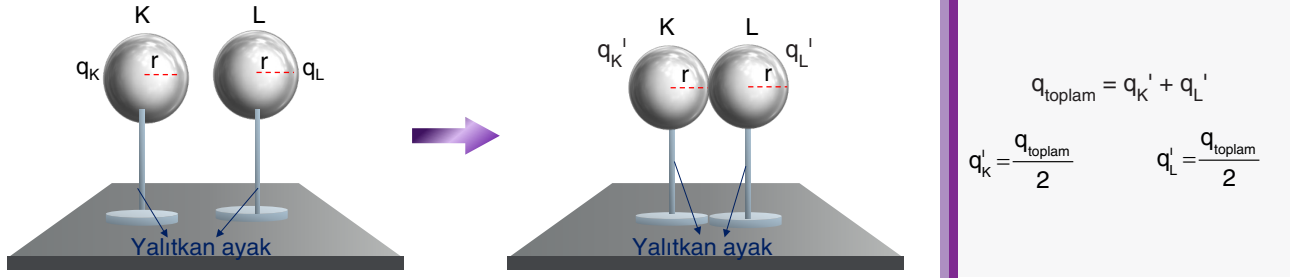
**KRİTİK BİLGİ**

Sürtünme yoluyla elektriklenme sürecinde, nötr olan cisimler her zaman aynı miktarda karşıt cins yükle yüklenir. Cisimlerin farklı boyutları bu durumu değiştirmez.

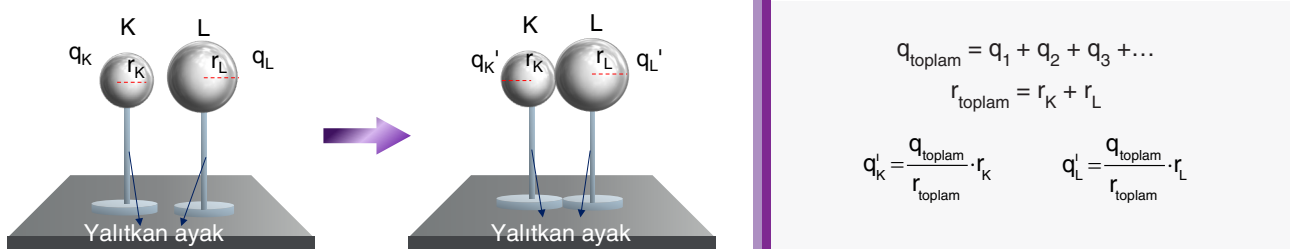
2. Dokunma ile Elektriklenme:

Yüklü iki iletken cismin veya nötr bir iletken cismin yüklü bir cisme dokunması durumunda, elektron transferi ve yük korunumu kanunu devreye girer. Dokunmadan önceki toplam net yük, dokunma sonrasında paylaşılır. Bu paylaşım elektronlar aracılığıyla gerçekleşir.

Cisimler birbirine dokundurulduğunda, eğer cisimler özdeş ise, toplam yükü eşit olarak paylaşırlar.



Dokunma ile elektriklenme sürecinde, cisimler başlangıçtaki net yük miktarını kapasiteleri ile doğru orantılı olarak paylaşırlar. Eğer iletken cisimlerin şekli küresel ise, net yük miktarı yarıçapları ile doğru orantılı olarak paylaşılır. Bu durumda, öncelikle her bir kürenin yükleri toplanır ve net yük bulunur. Daha sonra kürelerin yarıçaplarının toplamına bölünür. Bulunan değer, her bir kürenin yarıçap başına düşen yük miktarını verir. Bu yük miktarı, kürenin yarıçapına orantılı olarak dağıtılır.

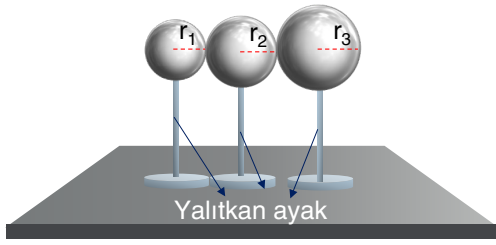
**KRİTİK BİLGİ**

Dokunma ile elektriklenmede, yük alışverişi bittikten sonra cisimler aynı işaret yüküyle yüklenir veya nötr hale gelirler.

Yani, yük transferi daima elektronlar ile sağlanır. Cisimlerin yük işareti, elektron fazlalığı veya eksikliği nedeniyle meydana gelir.

Eğer cisimlerin dokunmadan önceki yüklerinin toplamı yani net yükleri "0" ise, dokunmadan sonra mutlaka nötr olurlar.

Eğer birden fazla küre birbirine dokunursa, kürelerin son yüklerini bulmak için öncelikle kürelerin toplam yükleri hesaplanır ve ardından kürelerin yarıçaplarının toplamına bölünür. Bu şekilde her bir kürenin yarıçap başına düşen yük miktarı bulunur. Daha sonra, bu değer her bir kürenin yarıçapı ile çarpılarak kürelerin son yükleri bulunur.



$$q_{\text{toplam}} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$

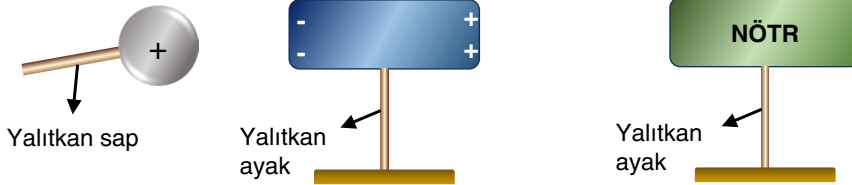
$$r_{\text{toplam}} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

$$q_r = \frac{q_{\text{toplam}}}{r_{\text{toplam}}} \text{ (yarıçap başına düşen yük miktarı)}$$

$$q'_1 = \frac{q_{\text{toplam}}}{r_{\text{toplam}}} \cdot r_1 \quad q'_2 = \frac{q_{\text{toplam}}}{r_{\text{toplam}}} \cdot r_2 \quad q'_3 = \frac{q_{\text{toplam}}}{r_{\text{toplam}}} \cdot r_3$$

3. Etki ile Elektriklenme:

Etki ile elektriklenme; yüklü bir cismin, temas etmeden, yakınındaki yüksüz bir cismin yüzeyinde elektrik yüklerinin hareket etmesine neden olan bir elektriksel etkileşimdir. Yüklü cisim, nötr cisimdeki elektronları elektrostatik etkileşimlerle çekerek ya da iterek, nötr cismin içerisinde bölgesel bir yüklenme meydana getirir. Bu süreçte, nötr cismin içinde bulunan negatif yüklü elektronlar, yüklü cismin etkisiyle ya yüklü cismin en yakınına çekilir ya da en uzağına itilir.

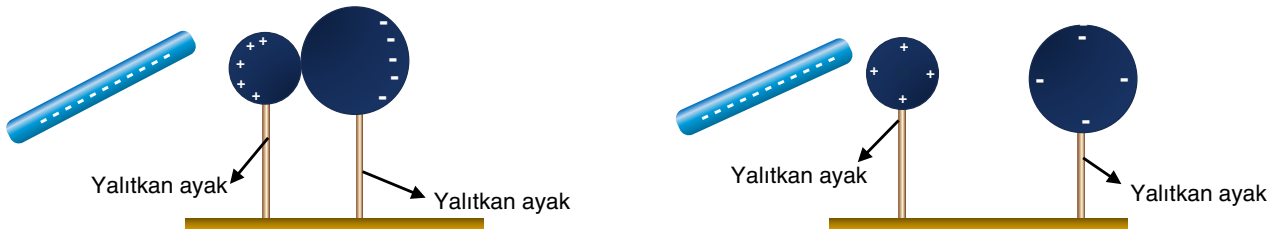


Pozitif bir yüke sahip bir küre, nötr bir cisme yaklaştırıldığında, nötr cismin negatif yüklerini kendisine en yakın uca çeker. Bu durumda, nötr cismin diğer ucundaki bölgede pozitif yük yoğunluğu oluşur ve pozitif yüklü bir bölge meydana gelir. Ancak, bu süreçte herhangi bir yük alışverişi olmadığı için kürenin toplam yükü hala sıfırdır. Yüklü cisim uzaklaştırıldığında, nötr cisim tekrar eski durumuna geri döner ve pozitif yüklü bölge kaybolur.

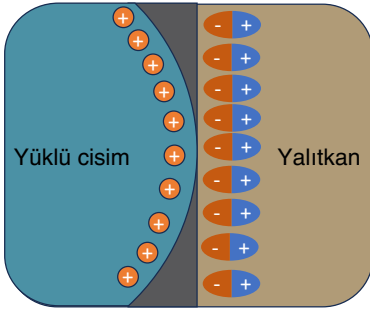


KRİTİK BİLGİ

Etki ile elektriklenmede, yüklü cisme yakın tarafta biriken yük miktarı, uzak taraftaki zıt yük miktarına eşittir.

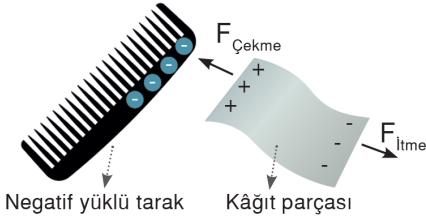


Birbirine temas halinde bulunan nötr iletken kürelere negatif yüklü bir çubuk yaklaştırıldığında, çubuktaki negatif yükler, kendine en yakın bölgedeki negatif yükleri iterek, kendine en uzak bölgeye, yani diğer kürenin uç kısmına iter. Çubuk uzaklaştırılmadan önce küreler birbirinden ayrılırsa, her bir küre zıt ve eşit büyüklükte yüklerle yüklenmiş olur. Kürelerin yarıçaplarının farklı olması, yük miktarlarını etkilemez. Yüklü çubuk, kürelere temas etmediği için kürelerle yük alışverişi olmaz ve kürelerin sahip olduğu toplam yükü korur.

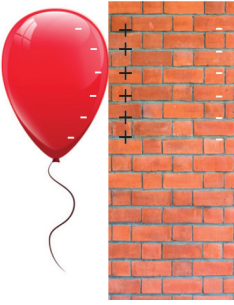


Yalıtkanın etki ile elektriklenmesi

Etki ile elektriklenme sadece iletkenlerde değil, yalıtkanlarda da gerçekleşir. Yüklü bir cisim, bir yalıtkana yaklaştırıldığında, yalıtkanındaki atomlar ve moleküllerin düzeni değişir. Atomların yük merkezleri hareket eder ve pozitif ile negatif kısımları hizalanır. Yüzeye yakın olan tüm atomlar veya moleküller, elektriksel olarak kutuplanır ve geçici bir şekilde artı veya eksi yüklü hale gelirler.



Saçlarla sürtülen bir tarağın sürtünen kısmı negatif elektrik yüküyle yüklenir. Bu yüklü tarak, nötr kâğıt parçalarına yaklaştırıldığında, kâğıt parçalarındaki moleküler düzen değişir ve kutuplanma meydana gelir. Tarağa en yakın bölgede, pozitif yüklü taneciklerle etkileşime girerek çekim kuvveti oluşturur. Uzak bölgedeki negatif yüklü taneciklerle ise elektriksel itme kuvveti oluşturur. Tarağa yakın bölgedeki çekim kuvveti, uzak bölgelerdeki itme kuvvetinden daha güçlü olduğu için, kâğıt parçaları tarak tarafından kendine doğru çekilir.



Balon, sürtünme sonucu elektriklenerek bir bölgesi negatif yüküyle yüklenir. Bu negatif yüklü balon, duvardaki atomları kutuplaştırır ve duvarda bir pozitif yüklü yüzey oluşturur. Bu durumda, balon ile duvar arasındaki elektrostatik etkileşim sonucunda oluşan çekim kuvveti, balonun duvara yapışmasına neden olur. Yani, negatif yüklü balonun oluşturduğu pozitif yüklü yüzey, duvar ile balon arasında bir çekim etkisi oluşturur ve balon duvara yapışır.

**KRİTİK BİLGİ**

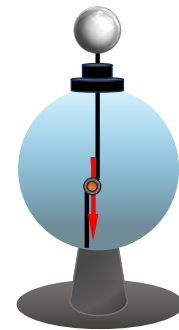
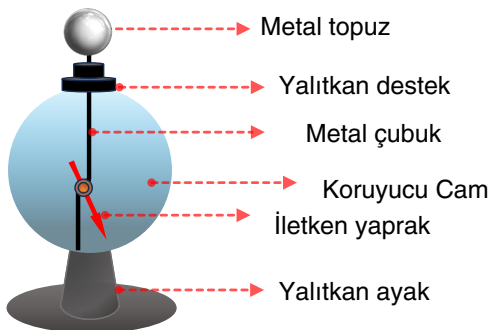
Tüm elektriklenme olaylarında, hareket eden yükler elektronlardır ve bunlar negatif yüklere sahiptir. Pozitif yüklü protonlar ise hareket etmezler.

**KRİTİK BİLGİ**

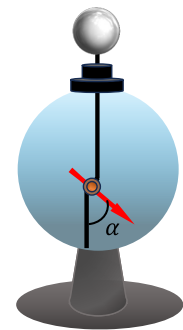
Tüm elektriklenme olaylarında, toplam yük korunur. Yani, sistem içindeki pozitif ve negatif yüklerin toplamı değişmez.

ELEKTROSKOP

Elektroskop; bir cismin elektrikte yüklü olup olmadığını anlamak, yüklü ise yükünün cinsini belirlemek ve yük miktarını kıyaslamak için kullanılan bir alettir. Elektroskop nötr durumda iken yaprakları kapalıdır. Elektroskop yüklendiğinde yük miktarı arttıkça yaprakları arasındaki α açısı artar.

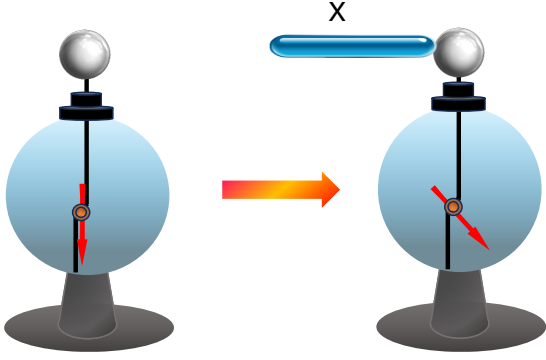


Nötr elektroskop

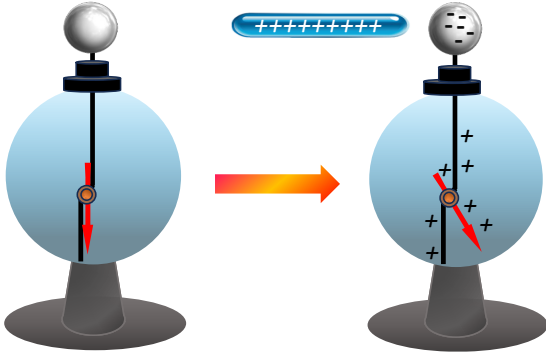


Yüklü elektroskop

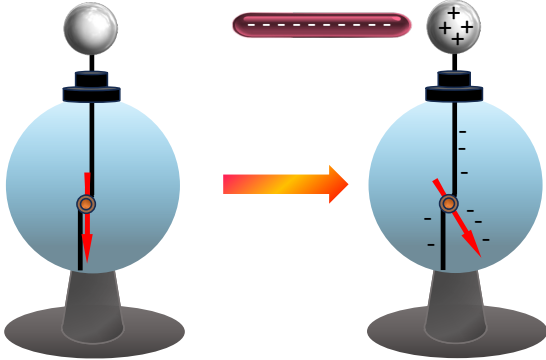
Nötr elektroskop, bir cismin elektrikle yüklü olup olmadığını anlamak için kullanılır.



Nötr elektroskopun topuzuna X cismi temas ettirildiğinde elektroskopun yaprakları açılıyor, bu X cisminin yüklü olduğunu gösterir. Ancak yükün işareti konusunda kesin bilgi vermez.



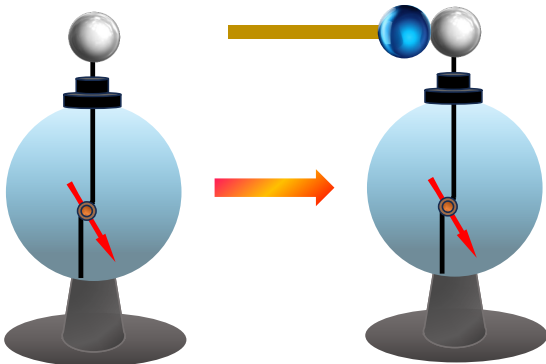
Nötr bir elektroskopun topuzuna pozitif yüklü bir cisim yaklaştırıldığında, yapraklardaki negatif yükler, pozitif yüklü cisim tarafından topuza çekilerek etki ile elektriklenme sonucu topuz negatif, yapraklar pozitif yüklenir ve yapraklar açılır. Çubuk uzaklaştırılırsa elektroskop tekrar nötr olur ve yapraklar kapanır.



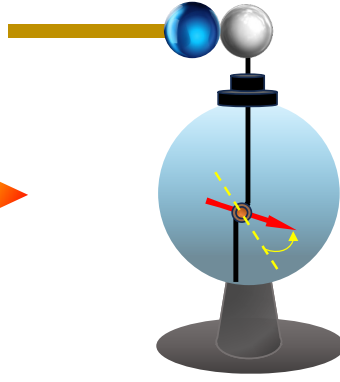
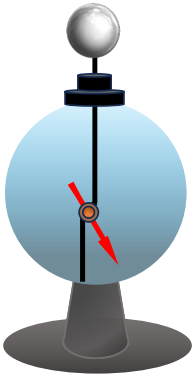
Nötr bir elektroskopun topuzuna negatif yüklü bir cisim yaklaştırıldığında, topuzdaki negatif yükler, negatif yüklü cisim tarafından yapraklara itilir, etki ile elektriklenme sonucu topuz pozitif, yapraklar negatif yüklenir ve yapraklar açılır. Çubuk uzaklaştırılırsa elektroskop tekrar nötr olur ve yapraklar kapanır.

Bir cismin yükünün cinsini belirlenmek istendiğinde, yüklü elektroskop devreye girer. Yüklü cisim, yükü bilinen elektroskoba dokundurularak veya yaklaştırılarak elektroskopun yapraklarının tepkisi gözlemlenir. Bu gözlem sonucunda, elektroskopun yapraklarının hareketi, cismin yükünün cinsi hakkında bilgi sağlar.

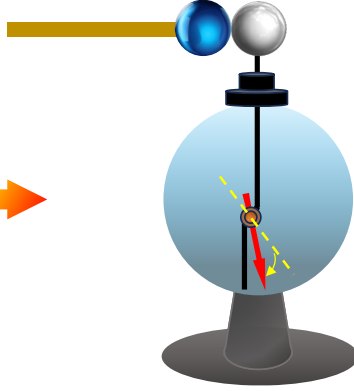
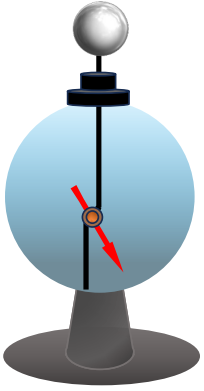
Yük kapasiteleri eşit yüklü çubuk, yüklü bir elektroskopa dokundurulduğunda;



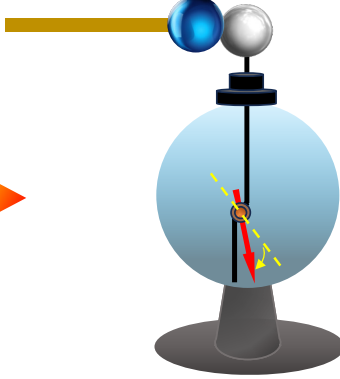
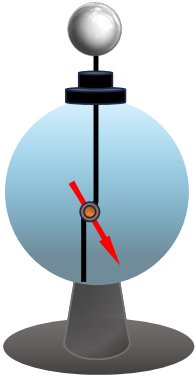
Çubuğun ve elektroskopun yük işaretleri ve yük miktarları aynı ise ($q_c = q_E$) elektroskopun yapraklarının açısı aynı kalır.



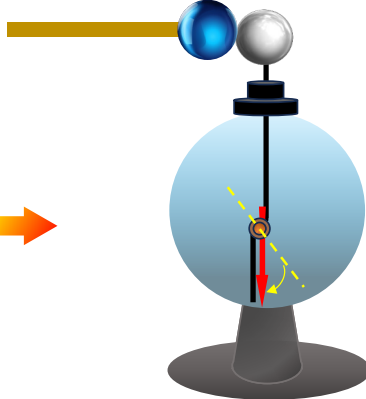
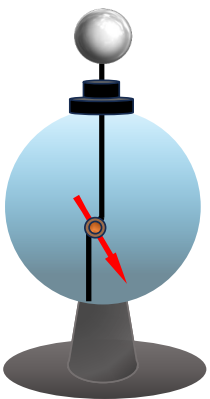
Yük işaretleri aynı, çubuğun elektrik yükü elektroskoptan fazla ise ($q_{\text{ç}} > q_{\text{E}}$) elektroskobun yaprakları ilk duruma göre daha fazla açılır.



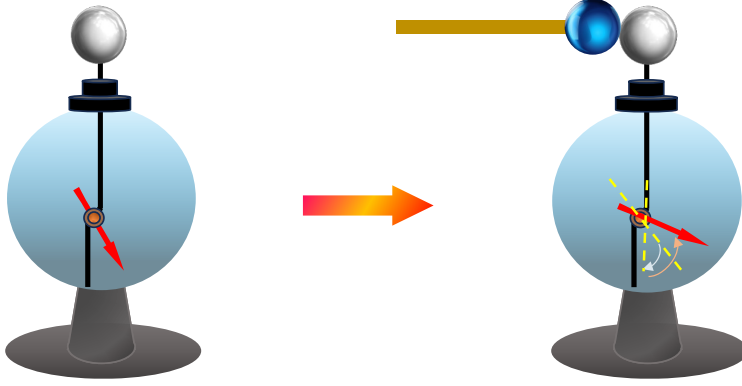
Yük işaretleri aynı, elektroskobun elektrik yükü çubuktan fazla ise ($q_{\text{E}} > q_{\text{ç}}$) elektroskobun yaprakları ilk duruma göre biraz kapanır.



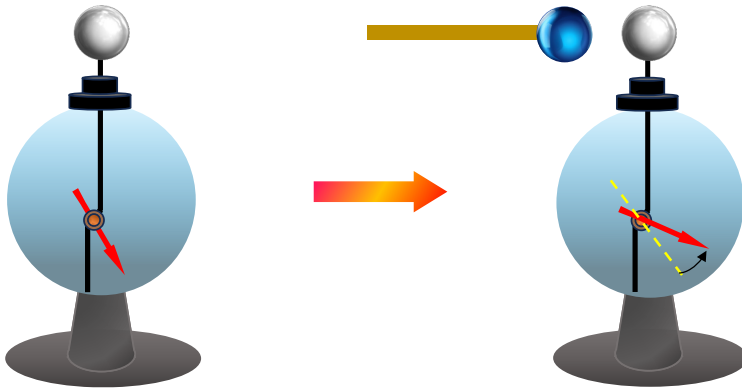
Yük işaretleri zıt, elektroskobun elektrik yükü çubuktan fazla ise ($q_{\text{E}} > q_{\text{ç}}$) elektroskobun yaprakları ilk duruma göre biraz kapanır.



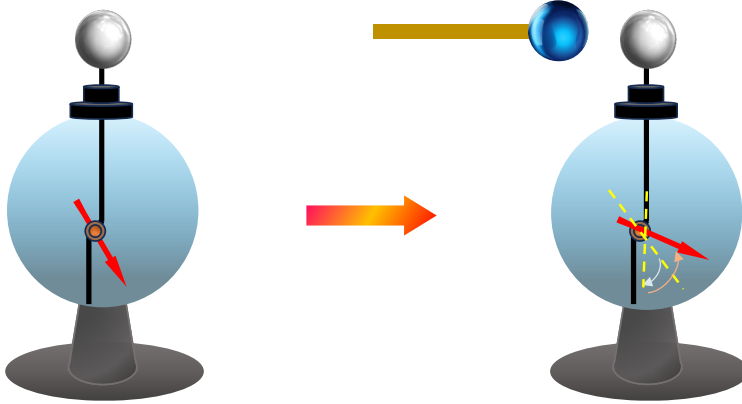
Yük işaretleri zıt, elektroskobun elektrik yükü çubuğun yüküne eşit ise ($q_{\text{E}} = q_{\text{ç}}$) elektroskobun yaprakları tamamen kapanır.



Yük işaretleri zıt, çubuğun elektrik yükü elektroskobun yükünden büyük ise ($q_c > q_E$) elektroskobun yaprakları önce tamamen kapanır sonra açılır; kapanıp açıldıktan sonra yük miktarları eşit olur.



Yüklü cisim, yüklü elektroskoba yaklaştırıldığında cisim ve elektroskobun yük işaretleri aynı ise elektroskobun yaprakları önceki duruma göre daha fazla açılır.



Yüklü cisim, yüklü elektroskoba yaklaştırıldığında cisim ve elektroskobun yük işaretleri zıt ve cismin yükü elektroskobun yükünden fazla ise yapraklar tamamen kapanabilir ya da kapanıp tekrar açılabilir.



KRİTİK BİLGİ

Tüm elektrikleşme olaylarında, hareket eden yükler elektronlardır ve bunlar negatif yüklere sahiptir. Pozitif yüklü protonlar ise hareket etmezler.



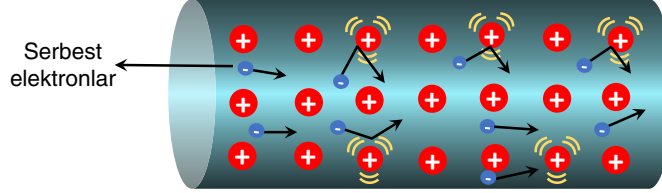
KRİTİK BİLGİ

Elektroskobun yükünün işareti değişiyorsa yapraklar kapanır ve sonra tekrar açılır.

İLETKEN VE YALITKANLARDA YÜK DAĞILIMI

İLETKEN MADDELER:

Elektrik akımı, elektrik yüklerinin belirli bir yönde hareket etmesiyle oluşan bir akıştır. Bu akımın iletilmesini sağlayan maddelere **iletken maddeler** denir. İletken maddeler, elektronların (elektrik yüklerinin) serbestçe akabildiği ve bu nedenle elektrik akımını iletebilen maddelerdir. İletken maddelere gümüş, altın, bakır, demir, tuzlu su örnek verilebilir.



İletkendeki serbest elektronların hareketinin bir modeli



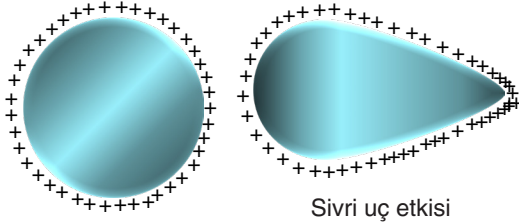
Bakır



Demir



Altın



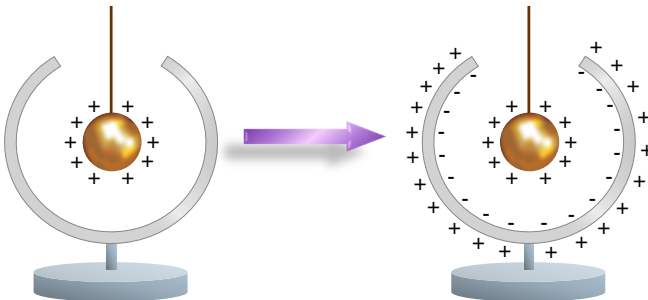
Sivri uç etkisi

İletken bir cisim elektrik ile yüklendiğinde, yükler maddenin tüm dış yüzeyine dağılır. Bu, iletkende yüklerin serbestçe hareket edebilmesinden kaynaklanır. İletken cisimlerde, aynı cins yükler birbirini iter ve bu nedenle yükler, gidebildiği en uzak bölgeye yerleşir. Küresel bir iletkenin yüzeyi düzgün olduğu için, yükler eşit şekilde dağılır ve düzenli bir dağılım gösterir. Ancak iletken bir madde elektrik ile yüklendiğinde yükler, her zaman simetrik olarak dağılmayabilir. İletken maddenin sivri bir ucu varsa yükler, burada daha fazla birikir.

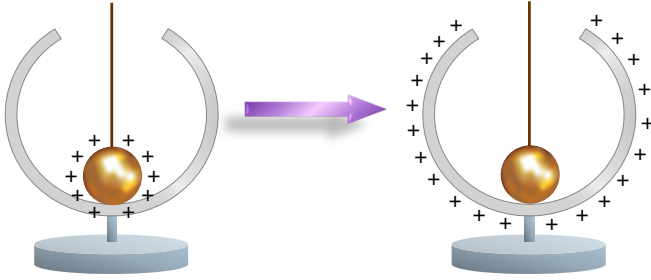
YALITKAN MADDELER:

Elektrik akımını geçirmeyen maddelerdir. Yalıtkanlarda serbest halde yok denecek kadar az elektron bulunur ve elektrik yükleri madde içinde yayılmaz, bir bölgede kalır. Yalıtkan maddelere plastik, cam, tahta gibi malzemeler örnek olarak verilebilir. Yalıtkan maddeler elektrik akımını geçiremedikleri için, elektrik devrelerinde izolasyon malzemesi olarak kullanılırlar.

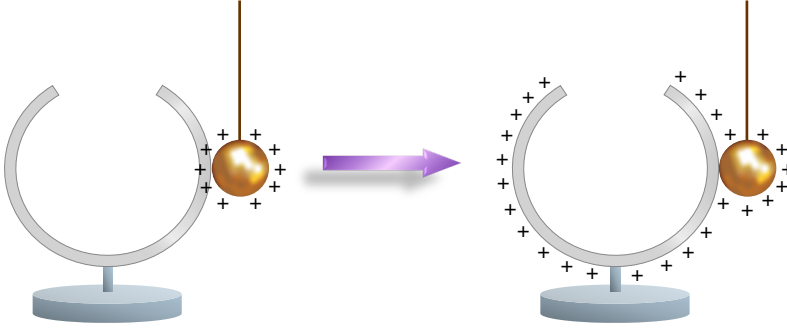
İÇİ BOŞ İLETKEN BİR KÜRENİN İÇ VE DIŞ YÜZEYLERİNDE YÜK DAĞILIMI



Pozitif yüklü bir cisim, içi boş bir kürenin içine yerleştirildiğinde, içi boş kürenin dış yüzeyindeki negatif yükler, pozitif yüklü cisme doğru çekilir. İçi boş kürenin dış yüzeyinden içeri doğru çekilen negatif yükler, kürenin dış yüzeyinde pozitif yük yoğunluğunu artırır. Sonuç olarak, içi boş kürenin iç yüzeyinde negatif (-) yüklenirken, dış yüzey pozitif (+) yükle yüklenir.



Pozitif yüklü bir cisim, içi boş bir iletken kürenin iç yüzeyine dokundurulduğunda, yüklü cisimdeki elektrik yükleri, hızla kürenin dış yüzeyine dağılır. Sonuç olarak, iletken küre pozitif yüklü hale gelirken, cisim nötr olur.

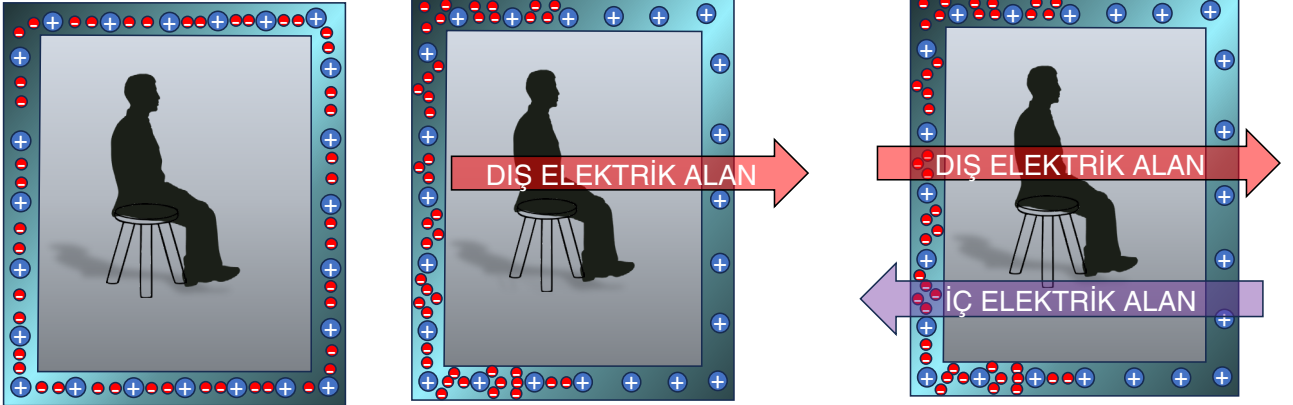


Pozitif yüklü bir cisim, içi boş bir iletken kürenin dış yüzeyine dokundurulduğunda, küre ve cisim, kendi yük kapasitelerine göre net yükü paylaşırlar.

FARADAY KAFESİ

Faraday kafesi, dış elektromanyetik etkilerden korunmayı sağlayan bir yapıdır. Bu yapı, genellikle metal plakalardan veya örgülerden oluşur ve içine yerleştirilen nesneleri dışarıdan gelen elektrik alanlarından etkilenmekten korur.

Michael Faraday tarafından 19. yüzyılda bulunan Faraday kafesi, adını bu ünlü bilim insanından almıştır. Faraday, deneylerinde metal bir kürenin iç kısmında elektrik yükü olmadığını ilk keşfeden bilim insanıdır.



İletkende, dış bir elektrik alanının etkisi olmadığında serbest yükler malzeme içinde serbestçe hareket eder ve denge durumunda homojen bir şekilde dağılır. Bu nedenle, iletkende pozitif ve negatif yükler homojen bir dağılım sergiler.

Metal bir kafese dış bir elektrik alan uygulandığında, negatif yüklü parçacıklar kafesin bir yüzeyine çekilir. Böylece negatif ve pozitif yükler ayrışır.

Yüklerin ayrışması kafesin içinde dış elektrik alanla zıt yönde bir elektrik alan oluşur. Bu iki zıt yönlü elektrik alan birbirini nötrler. Böylece kafesin içindeki elektrik alan sıfırlanır. Yani Faraday kafesi, içindekileri dış elektrik alanının etkisinden korur.



Uçakların metal gövdeleri ve arabaların metal kaportaları, Faraday kafesi işlevi görerek içlerindeki yolcuları yıldırıma karşı korur. Bu sayede elektriksel yüklerin iç mekana sığması ve yolculara zarar verme riski azaltılır.



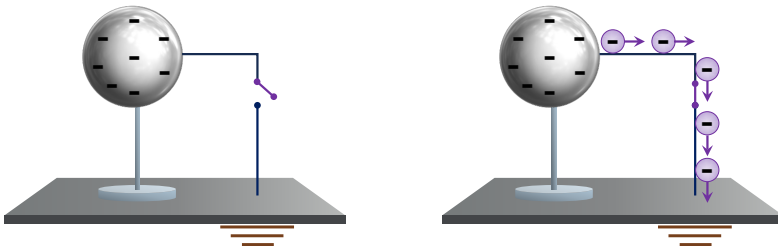
Binaların metal çatıları ve yapısal elemanları da yıldırıma karşı koruma sağlamak için Faraday kafesi olarak işlev görür. Bu yapı elemanları, binaların içindeki insanları ve elektronik cihazları dış etkilerden korur.



Araba kaportası, Faraday kafesi işlevi görerek araç içine dışarıdan gelen radyo dalgalarının girmesini engeller. Bu nedenle, araç antenleri genellikle araçların dışına monte edilir.

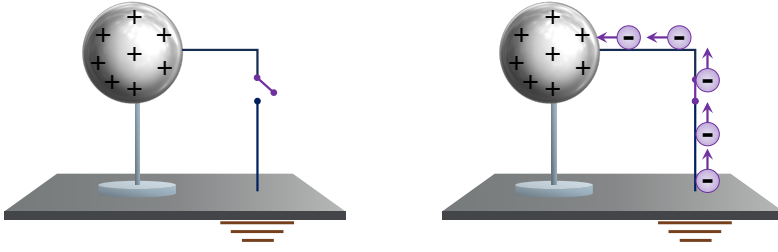
TOPRAKLAMA

Yüklü bir cismi toprağa bağlayarak nötr hale getirme işlemine "topraklama" denir. Toprak, elektronların kolayca gidebildiği sonsuz yük kapasitesine sahip bir ortamdır. Topraklanan bütün yüklü cisimler nötr hale gelir. Bu nedenle, topraklama, elektrik akımının güvenli bir şekilde toprağa aktarılmasını sağlayarak elektrik çarpması riskini azaltır. Özellikle elektrikli cihazlarda meydana gelen arızalarda, topraklama hattı gibi düşük dirençli bir alternatif yol kullanılarak elektrik akımı güvenli bir şekilde boşaltılır, böylece insanların ve ekipmanın zarar görmesi önlenir.



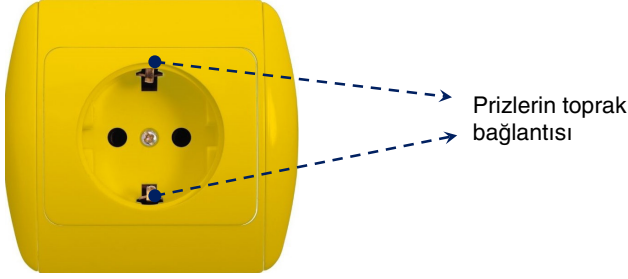
Negatif yüklü iletken cismin topraklanması

Negatif yüklü bir iletken cisim kablo ile toprağa bağlanıp anahtar kapatılırsa, cisim üzerinde bulunan fazla elektronlar kablo ile toprağa doğru hareket eder. Fazla elektronlar toprakta dağılır. Böylelikle cisim nötr hale gelir.

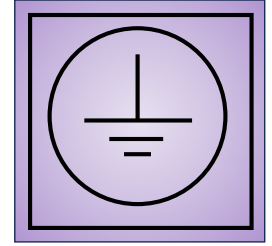


Pozitif yüklü iletken cismin topraklaması

Pozitif yüklü bir iletken cisim kablo ile toprağa bağlanıp anahtar kapatılırsa, cisim üzerinde bulunan pozitif yükler kablo ile topraktan elektron çekerek cismi nötr hale getirir.



Prizlerin toprak bağlantısı



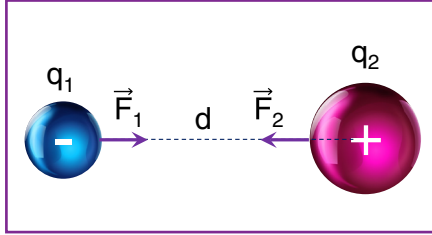
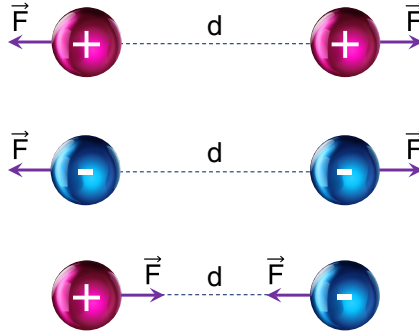
Topraklama sembolü

Elektrik güvenliği, günlük yaşamda kullandığımız elektrikli cihazların doğru çalışması ve insanların güvenliği için hayati bir öneme sahiptir. Bu güvenliği sağlamanın temel yollarından biri de topraklama sistemidir. Elektrik cihazlarının metal gövdeleri toprak hattına bağlanarak, oluşabilecek elektrik kaçağı durumunda fazla elektrik akımı güvenli bir şekilde toprağa yönlendirilir. Bu sayede, insanların can güvenliği sağlanır ve elektrikli cihazların daha uzun ömürlü olması sağlanır. Toprak bağlantısı olan prizler gibi güvenlik önlemleri, topraklama sisteminin pratik uygulamalarından biridir ve elektrik güvenliği bilincinin artırılmasında önemli bir rol oynar.

ELEKTİKSEL KUVVET VE ELEKTRİK ALAN

COULOMB KANUNU

1785 yılında Fransız bilim insanı Charles Augustin de Coulomb, elektriksel kuvvetlerin özelliklerini belirleyen ve günümüzde Coulomb Yasası olarak bilinen önemli bir fizik kanununu formüle etmiştir. Coulomb Yasası; elektrik yüklerinin birbirleri üzerindeki itme ve çekme kuvvetinin büyüklüğünü belirlemek için kullanılır. Yüklü cisimler birbirlerine itme ya da çekme kuvveti uygular.



Cisimlerin birbirine uyguladıkları elektriksel kuvvetin büyüklüğü (F), cisimlerin elektrik yüklerinin çarpımı ($q_1 \cdot q_2$) ile doğru orantılı, aralarındaki mesafenin karesi (d^2) ile ters orantılıdır. Cisimlerin birbirine uyguladıkları kuvvetlerin yönleri yüklerin işaretlerine bağlıdır. Aynı işarete yüke sahip cisimler birbirini iterken, zıt işarete sahip cisimler birbirini çeker. Elektriksel kuvvetler vektörel büyüklük olup cisimleri birleştiren doğrultu üzerindedir. Ve bu kuvvetlerin büyüklükleri birbirine eşit, yönleri ise zıttır.

Coulomb Yasası'nın matematiksel modeli şu şekildedir:

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Burada:

F , cisimler arasındaki elektriksel kuvvetin büyüklüğü;

k , Coulomb sabitini ($k \approx 8,987510^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$);

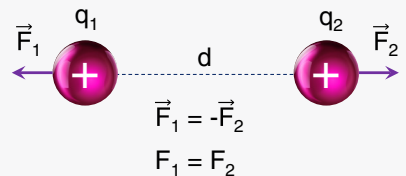
q_1 ve q_2 , cisimlerin elektrik yüklerini;

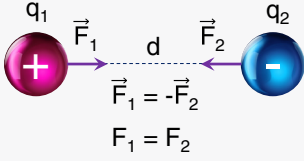
d , cisimler arasındaki mesafeyi temsil eder.



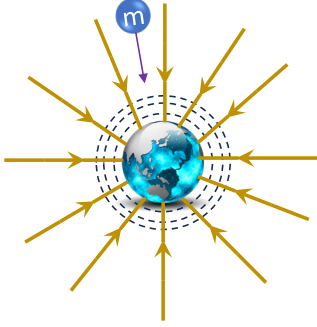
KRİTİK BİLGİ

Yüklü Cisimler arasında oluşan kuvvetler zıt yönlü, eşit büyüklükte ve farklı cisimler üzerindedir. Yani etki-tepki kuvvet çiftidir.



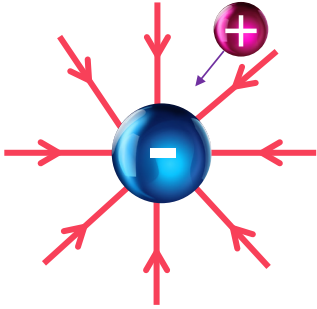
**KRİTİK BİLGİ**

Yüklü cisimler arasında oluşan kuvvetler temas gerektirmeyen kuvvetlerdir.

ELEKTRİK ALAN

Dünyanın çekim alanı

Kütle çekim alanı, bir gök cisminin (örneğin Dünya'nın) etrafında çekim kuvvetinin etkili olduğu bölgeyi tanımlar. Bu bölgeye giren bir kütleye kütle çekim kuvveti uygulanır. Yani, kütle çekim kuvveti, bir cismin kütlesiyle doğru orantılı olarak cismin etrafındaki çekim alanında hissedilir. Bu nedenle, bir cismin kütle çekim kuvvetine maruz kalması için kütle taşıması gerekir.

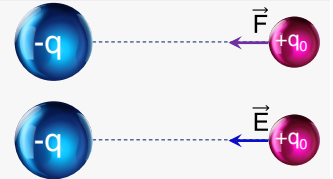


Elektrik yüküne sahip cisimlerde, çevrelerinde elektrik alanı oluştururlar. Bu elektrik alanına giren, yüklü cisimlere bu alan tarafından itme veya çekme kuvveti uygulanır.

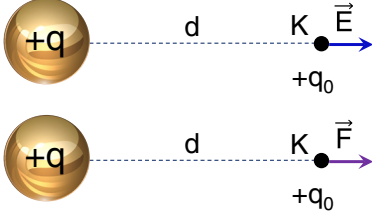
Pozitif veya negatif yüklü bir cismin yakınında oluşan elektrik alanı, sabit bir yükün yakınına (elektrik alanının ölçüleceği noktaya) $+q_0$ test yükü konularak tanımlanır. Elektrik alanı, pozitif birim yük başına düşen elektriksel kuvveti ifade eder. Aynı zamanda $+q_0$ test yüküne etki eden elektriksel kuvvetin yönü, bu deneme yükünün bulunduğu noktadaki elektrik alanının yönünü belirtir. Elektrik alanı $\vec{E}$ sembolü ile gösterilir ve vektörel bir büyüklüktür. Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI), birimi Newton başına Coulomb'dur (N/C).

**KRİTİK BİLGİ**

Sabit yüklü bir cismin yakınına konan $+q_0$ deneme yüküne etki eden kuvvetin yönü ile elektrik alanın yönü aynıdır.

**KRİTİK BİLGİ**

Elektrik alan vektörel bir büyüklüktür.

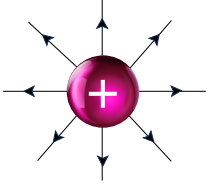


Deneme yükü ($+q_0$) ve sabit olarak tutulan yük (q) arasındaki elektriksel kuvvet, Coulomb Yasası ile hesaplanır.

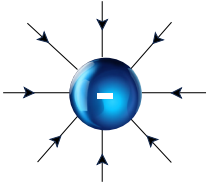
$F = k \cdot \frac{q \cdot q_0}{d^2}$ formülüne göre elektrik alanının büyüklüğü, birim pozitif test yük başına düşen kuvvet miktarıdır.

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{k \cdot \frac{q \cdot q_0}{d^2}}{q_0} \Rightarrow E = \frac{k \cdot q}{d^2} \text{ olarak bulunur.}$$

ELEKTRİK ALAN ÇİZGİ MODELLERİ



Pozitif yüklerin etrafında oluşan elektrik alan çizgileri, pozitif yüklerden başlayarak sonsuza doğru yayılır.



Negatif yüke sahip cisimlerin elektrik alan çizgileri sonsuzdan negatif yüklere doğru uzanır.



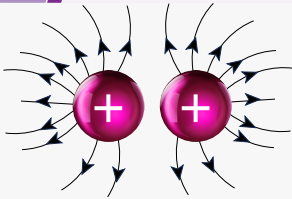
DİKKAT

Elektrik alan çizgileri, yüklerin etrafındaki elektrik alanının yönünü ve yoğunluğunu göstermek için kullanılan bir modelledir. Bu çizgiler, gerçekte var olmayan, ancak problem çözümlerinde kullanılan bir araçtır.

Eşit büyüklükte iki noktasal yükten oluşan sistemlerin elektrik alan çizgilerinin modelleri



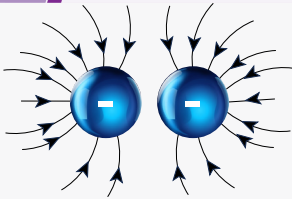
KRİTİK BİLGİ



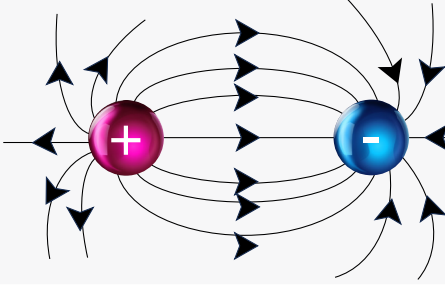
Pozitif yüklü yük çiftlerinde, elektrik alan çizgileri yüklerden dışarı doğru yayılır.



KRİTİK BİLGİ



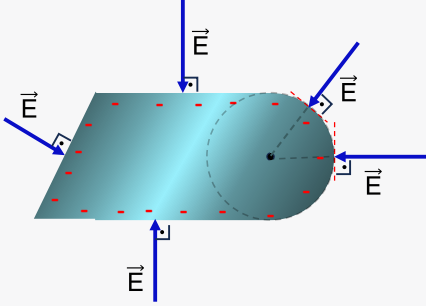
Negatif yüklü yük çiftlerinde, elektrik alan çizgileri yüklerin kendine doğrudur.

**KRİTİK BİLGİ**

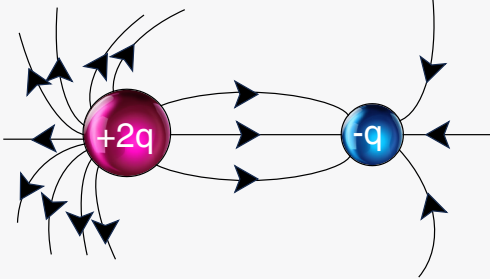
Zıt yüklü çiftlerin elektrik alan çizgileri pozitif yükten negatif yüke doğru yönelir.

**KRİTİK BİLGİ**

Elektrik alan çizgileri, yüklerin dışında hiçbir noktada kesişmez.

**KRİTİK BİLGİ**

Elektrik alan çizgileri, çıktığı ya da girdiği yükün yüzeyine diktirler.

**KRİTİK BİLGİ**

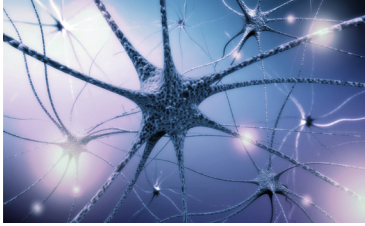
Elektrik alan çizgilerinin sayısı, yük miktarı ile doğru orantılıdır. Yani, bir yük miktarı arttıkça, etrafındaki elektrik alan çizgilerinin sayısı da artar.

ELEKTRİK AKIMI VE DİRENÇ

ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ

ELEKTRİK AKIMI:

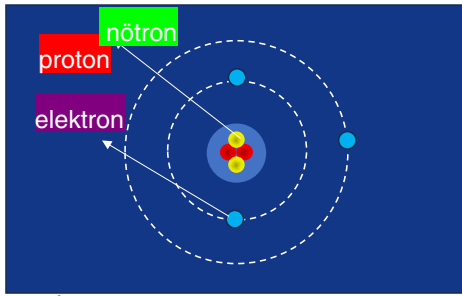
Elektrik akımı, modern yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır ve günlük yaşantımızda sıkça kullandığımız elektrikli cihazların çalışması için temel bir gerekliliktir. Ayrıca, canlı organizmaların sinir sistemleri de elektrik sinyalleri ile çalışır. Sinir sistemi, vücudumuzun bilgi alışverişini, işlemlerini ve tepki vermesini sağlar. Bu bilgi alışverişi, sinir hücrelerinin veya nöronların elektriksel sinyaller aracılığıyla iletimiyle gerçekleşir.



Nöronlarda elektrik sinyalleri



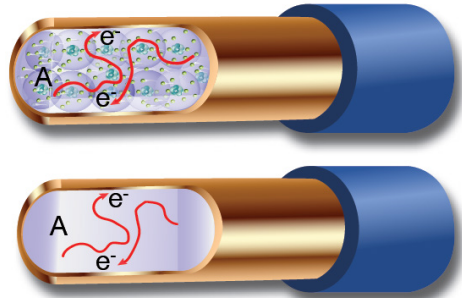
Elektrikli otomobil



İletken bir maddenin atom modeli

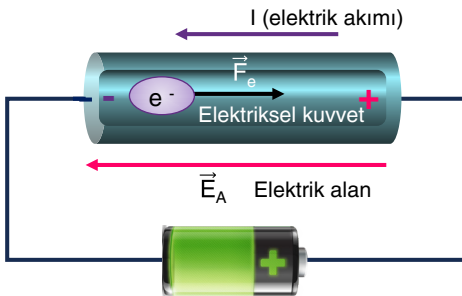
İletken özellik taşıyan katıların atomlarında, dış yörüngede bulunan elektronlar, atom çekirdeğine zayıf bir kuvvetle bağlıdır. Bu elektronlar, atomlarından küçük bir enerji alarak serbest hale geçebilirler. Ancak, protonlar yüklü olmalarına rağmen hareket etmediklerinden elektrik akımı oluşturmazlar.

Serbest hale geçen elektronlar, bir atomdan diğerine geçerek veya atomlar arası bağları oluşturan elektron çiftlerine katılarak, iletken malzemenin içinde hareket edebilirler. Bu serbest elektronlar, elektrik akımının taşınmasında rol oynarlar ve iletkenlerin elektriksel özelliklerini sağlarlar. Bu nedenle, elektronlar katı iletkenlerdeki temel yük taşıyıcılarıdır.



Bakır tel içindeki serbest elektronların hareketi

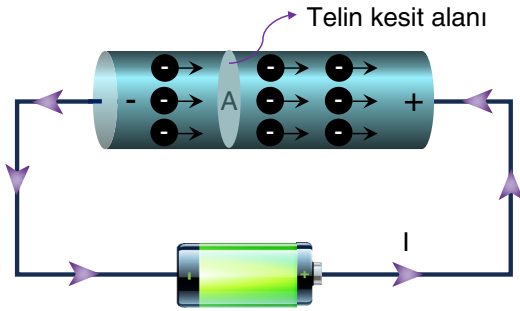
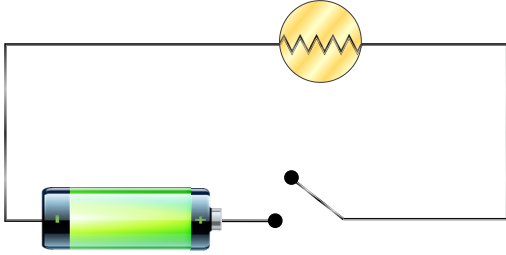
Serbest elektronlar, bir iletken içinde rastgele ve zigzag şeklinde hareket ederler. Bu hareket düzensizdir ve belirli yöne ya da düzene sahip değildir. İletken içindeki atomlarla ve diğer serbest elektronlarla çarpışmaları, atomlar arası etkileşimleri ve diğer faktörler, bu rastgele hareketin nedenlerindendir. Bu rasgele hareketlerin sonucunda, iletkenin kesiti boyunca geçen net yükün miktarı ortalama olarak sıfırdır. Bu nedenle, tel üzerinde net bir elektrik akımı oluşmaz.



İletken bir tele pil bağlandığında, pilin artı (+) ucunun bağlı olduğu taraftan diğer tarafa yani eksi (-) uca doğru bir elektrik alan oluşur. İletkende bulunan serbest elektronlar, bu elektrik alanının uyguladığı elektriksel kuvvet ile elektrik alanına ters yönde hareket ederler. Elektrik alan etkisiyle belirli bir zaman içinde iletkenin içinden net bir yük geçişi gerçekleşir. İletkenden geçen bu net yüke **elektrik akımı** denir. Elektrik akımı iletken katılarda elektron hareketinin ters yönünde oluşur.

**KRİTİK BİLGİ**

Elektrik devrelerinde, elektrik akımının artı (+) kutuptan eksi (-) kutba doğru, elektronların ise elektrik akımına ters yönlü hareket ettiği kabul edilir.

**DİKKAT**

İletken bir telin bir pile bağlanması durumunda, tel üzerinden geçen elektronlar pil tarafından üretilmez, iletkende bulunan serbest elektronlar sayesinde akım oluşur.

Elektronların sürüklenme hızı, iletken bir malzeme içinde çok düşüktür ve genellikle santimetrelerle ifade edilir. Bir devreye pil bağlandığında, devredeki elektrik alan etkisiyle serbest elektronlar birbirlerine itme uygulayarak enerji iletirler. Bu zincirleme itme hareketi, tüm serbest elektronlar arasında hızla yayılır. Serbest elektronlar düşük sürüklenme hızlarına sahip olmalarına rağmen, bu itme etkisi hızla yayılarak devreyi etkiler ve elektrik akımı oluşur. Bu durum, elektronların sürüklenme hızının gerçekten de elektrik akımından daha düşük olduğunu açıklar.

Elektrik akımı; iletkenin kesit alanından birim zamanda geçen yük miktarını ifade eder. Akım şiddeti skaler bir büyüklük olup ampermetre ile ölçülür. Akım şiddeti (I) ile gösterilir, birimi amperdir (A).

I: Akım şiddeti (A)

q: t sürede kesitten geçen net toplam yük miktarı (C)

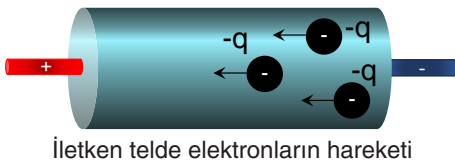
Δt : Geçen süre (s)

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

$$\text{Amper} = \frac{C}{s}$$

**KRİTİK BİLGİ**

İletkenin kesit alanından birim zamanda ne kadar fazla yük geçişi olursa akım şiddeti o kadar artar.

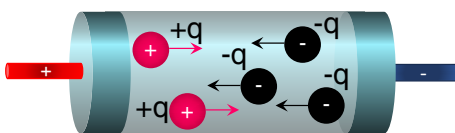
**KRİTİK BİLGİ**

Bir iletkenin kesitinden 1 s'de 1 C yük geçerse, 1 A akım oluşur.

Katı iletkenlerde, yük taşıyıcılar serbest elektronlardır. Bir devreye pil bağlandığında, pil devrede elektrik alan oluşturur. Bu elektrik alan, serbest elektronlara ters yönde bir kuvvet uygular. Serbest elektronlar, bu kuvvetin etkisiyle iletkende hareket etmeye başlarlar ve bu hareket sonucunda da elektrik akımı oluşur. İletkenin birim kesitinden geçen net yük miktarı negatif yüklerin toplanması ile bulunur.

$$q_{\text{net}} = -q_1 - q_2 - q_3$$

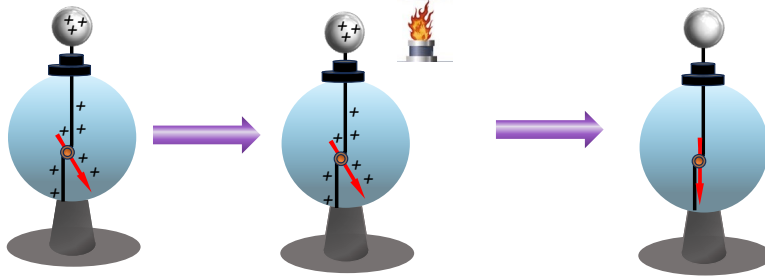
$$q_{\text{net}} = -3q$$



Sıvı iyon çözeltilerinde ve plazmalarda hem negatif yükler hem de pozitif yükler yük taşıyıcıdır. Net yükün bulunması için pozitif yükler ve negatif yükler toplanır.

$$q_{\text{net}} = -3q_1 + q_2 + 2q_3$$

$$q_{\text{net}} = 5q$$

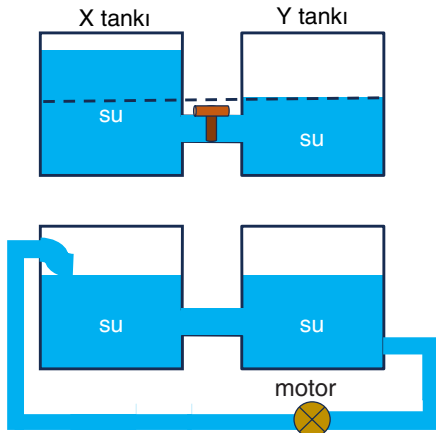


Gazlar yalıtkandır elektrik akımını iletmezler. Ancak enerji verilip plazma haline getirilirse iletkenlik özelliği kazanırlar. Pozitif yüklenmiş bir elektroskop kuru hava ortamında uzun süre bekletilse dahi elektroskopun yaprakları kapanmaz. Bunun nedeni, çevredeki havada yeterli miktarda serbest yük taşıyıcısı olmamasıdır. Havada serbest yük taşıyıcıları bulunmadığından, elektroskop yaprakları arasında yük akımı gerçekleşmez ve yapraklar kapanmaz.

Ancak, elektroskopun etrafındaki havayı ısıtarak plazma haline getirirsek durum değişebilir. Örneğin, bir mum kullanarak havayı ısıtıp plazma haline getirebiliriz. Plazma, yüksek sıcaklıklarda gazların iyonlaşması sonucu oluşan yüksek iletkenlik özelliğine sahip bir haldir. Havayı plazma haline getirdiğimizde, havadaki gaz molekülleri iyonlaşır ve serbest yük taşıyıcıları oluşur. Bu plazma hali, çevredeki havayı iletken hale getirir. Elektroskopun yapraklarındaki yük, artık çevredeki havanın iletken olması sebebiyle aktarılır. Sonuç olarak, elektroskopun yaprakları kapanır.

Potansiyel Farkı

İki nokta arasındaki elektriksel potansiyel farkı, bu iki nokta arasındaki birim yükün taşınması için gereken enerjiyi tanımlar. Yani, bu fark, birim yükün bir noktadan diğerine taşınması sırasında potansiyel enerjideki değişimi ifade eder. Elektrik devresinde elektronun devrede dolaşması için gerekli enerjiye **potansiyel fark** denir, " ΔV " ile gösterilir, birimi **volt**tur. Bu olayı daha iyi anlamak için aşağıdaki benzetimi inceleyelim.

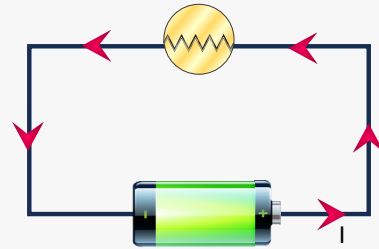
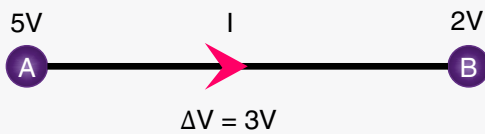


X ve Y tankları, aralarında bir vana ile birbirine bağlanmış durumda vana kapalı halde iken, X tankındaki su seviyesi daha yüksek bir konumdadır. Bu durumda, X tankındaki suyun potansiyel enerjisi daha yüksektir.

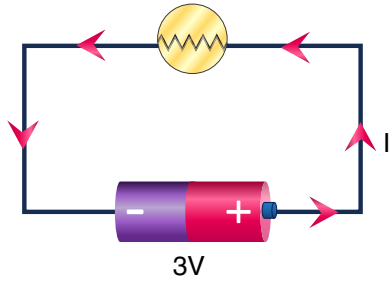
Vana açıldığında, potansiyel enerji nedeniyle su X tankından Y tankına doğru akar. Su, yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru hareket eder ve bu da X tankındaki su seviyesinin azalmasına ve Y tankındaki su seviyesinin artmasına neden olur. Her iki tankında potansiyel enerjileri eşit olana kadar su akışı devam eder. Bir motor vasıtasıyla Y tankındaki su tekrar X tankına gönderilirse, X tankından Y tankına su akışı tekrar başlar. Motor X tankındaki suya tekrar potansiyel enerji kazandırmış olur. Elektrik devrelerindeki pillerin yada güç kaynaklarının görevi bu örnekteki su motoruna benzetilebilir.



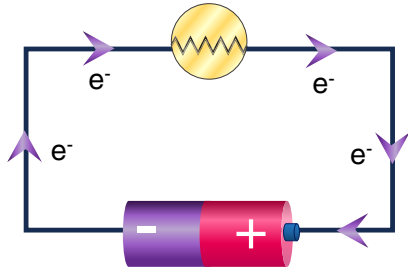
KRİTİK BİLGİ



Elektrik akımı daima yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğrudur.

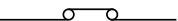
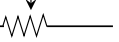
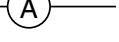
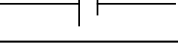
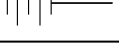


Pilin pozitif (+) kutbunun potansiyeli negatif (-) kutbuna göre daha yüksektir. Bu nedenle, devrede akım pozitif (+) kutuptan negatif (-) kutba doğru akar. Bu, elektrik devrelerindeki doğru akımın genel akış yönüdür. Şekle göre pilin iki ucu arasındaki potansiyel fark 3 V'tur. Yani negatif uç 6 V ise pozitif uç 9 V olmalıdır ya da negatif ucun potansiyeli 0 V ise pozitif ucun potansiyeli 3 V olmalıdır.

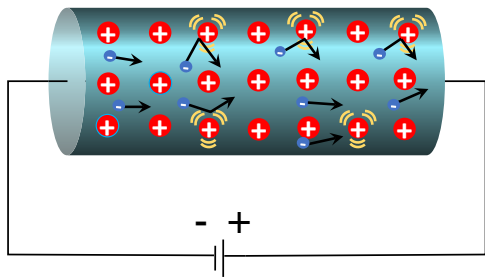


Elektronların akış yönü, pilin negatif (-) kutbundan pozitif (+) kutbuna doğrudur. Bu nedenle, elektronlar düşük potansiyelden yüksek potansiyele doğru akarlar.

Elektrik Devre Elemanlarının Sembolik Gösterimi

Devre Elemanı	Gösterimi	Devre Elemanı	Gösterimi
İletken tel	—	Direnç	—  —
Kapalı anahtar	—  —	Reosta	—  —
Açık anahtar	—  —	Ampermetre	—  —
Ampul (lamba)	—  —	Voltmetre	—  —
Pil (üreteç)	—  —	Batarya	—  —

DİRENÇ



Elektrik devrelerinde, iletkenlerin içinde elektrik akımı taşıyan serbest elektronlar, dirençle karşılaşarak enerji kaybederler ve bu durum iletkenin ısınmasına neden olur. Elektronlar, iletkenin içinde serbestçe hareket ederken atomlarla çarpışır. Bu çarpışmalar sonucunda elektronlar enerji kaybeder ve bu enerji, direnç nedeniyle ısıya dönüşür. Maddelerin elektronların hareketine, yani elektrik akımına karşı gösterdiği zorluk direnç olarak adlandırılır. Direnç, R sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi ohmdur (Ω). Bir maddenin direnci, maddenin atomik yapısının yanı sıra maddenin boyutları (ebatları) ve sıcaklığı ile de ilişkilidir. İletkenin boyutları ve sıcaklığı arttıkça, direnç genellikle artar. Direnç arttıkça, akıma karşı gösterilen zorluk da artar ve dolayısıyla devredeki akım şiddeti azalır. Direnç, elektrik devrelerindeki temel bir kavramdır ve devrelerin tasarımı ve çalışması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bir Katı İletkenin Direnci Nelere Bağlıdır?



Bir maddenin direnci, maddenin atomik yapısına, boyutlarına (ebatlarına) ve sıcaklığına bağlıdır. Maddelerin direnci, iletkenin boyu ile doğru orantılı ve kesiti ile ters orantılıdır. Yani, bir iletkenin uzunluğu arttıkça direnci de artar, kesiti (çapı) arttıkça direnci azalır. Bu ilişki aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

Burada

R, direnç

ρ , maddenin öz direnci

L, iletkenin uzunluğu

A, iletkenin kesiti (çapı) olarak tanımlanır.

Bu bağıntıya göre, bir maddenin direnci, uzunluğuna (L) ve kesitine (A) bağlıdır ve maddenin öz direncine ρ (ro) bağlıdır.

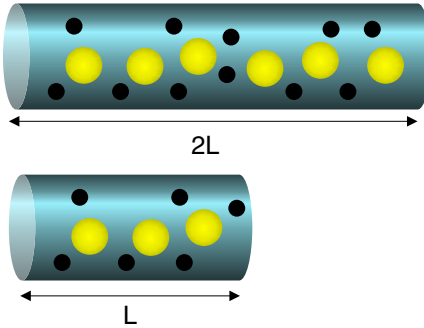
Öz direnci küçük olan maddeler iyi iletkenler olarak kabul edilir çünkü serbest elektronlar bu maddelerde daha serbestçe hareket edebilirler. Bu tür maddeler genellikle metalik maddelerdir çünkü metalik yapıdaki atomlar arasında serbest elektronlar bulunur ve bu serbest elektronlar elektrik akımını kolayca taşıyabilirler.

Öz direnci büyük olan maddeler ise kötü iletkenler veya yalıtkanlar olarak kabul edilir çünkü elektrik akımını iletmekte zorlanırlar. Bu tür maddelerde serbest elektronlar bulunmaz veya bulunan serbest elektronlar hareket etmekte sınırlıdır. Seramikler, camlar ve plastikler gibi malzemeler genellikle bu kategoriye girer. Öz direnci çok büyük olan maddeler ise tam bir yalıtkan olarak kabul edilirler çünkü elektrik akımını neredeyse hiç iletemezler.

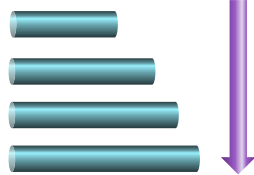
Madde	Öz direnç ($\Omega \cdot m$)
Gümüş	$1,59 \cdot 10^{-8}$
Bakır	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Alüminyum	$2,82 \cdot 10^{-8}$

Bazı Maddelerin 20 °C'deki Öz Direnç Değerleri

Direnç Uzunluk İlişkisi



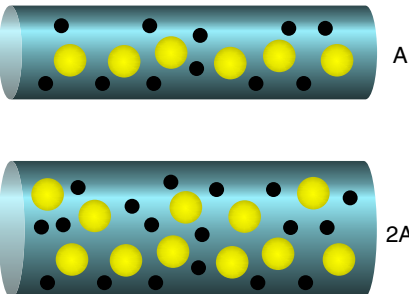
- Metal atomu
- Serbest elektron



Uzunluk arttıkça
Direnç artar.

Metal bir telin uzunluğu arttırılırsa, serbest elektronlar telin içinden geçerken daha fazla atomla çarpışma yaşarlar. Bu, elektronların serbestçe hareket edebilmesini engelleyen bir faktördür ve dirençle sonuçlanır.

Direnç Kesit Alan İlişkisi



Kesit alan arttıkça
Direnç azalır.

İletkenin kesit alanı arttıkça direnç azalır, çünkü daha geniş bir kesitte elektronlar daha serbestçe hareket edebilirler ve bu da daha az dirence yol açar.

OHM YASASI VE DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

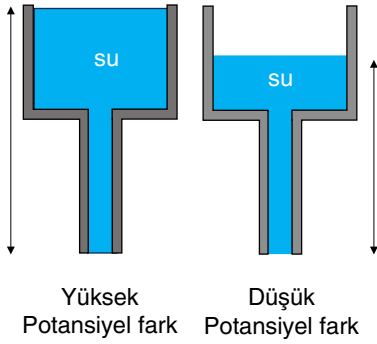
ELEKTRİK DEVRELERİ

Akım, Potansiyel Farkı ve Direnç İlişkisi

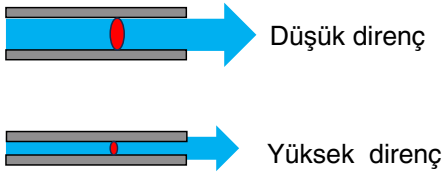
Elektrik devrelerinde, iki nokta arasındaki potansiyel enerji farkına "voltaj" denir. Bir başka deyişle, voltaj iki nokta arasındaki elektriksel potansiyel farkını ifade eder. Bu potansiyel fark, devredeki bir elektrik yükünün bir noktadan diğerine hareket ederken kazandığı veya kaybettiği enerji miktarını belirtir. Voltaj, birim olarak "volt" (V) cinsinden ölçülür. Direnç, bir iletkenin elektrik akımına karşı koyma eğilimidir. Bu, iletkenin elektriksel özelliklerine bağlı olarak akımın geçişini sınırlar veya düzenler. Direnç, "R" harfiyle temsil edilir ve birimi "ohm" (Ω) cinsindendir. Elektrik akımı, bir iletkenin belirli bir zaman diliminde geçen yük miktarını ifade eder. Elektrik akımı, yükün akma hızıdır. Elektrik akımı genellikle "I" harfiyle temsil edilir ve birim olarak amper (A) kullanılır.



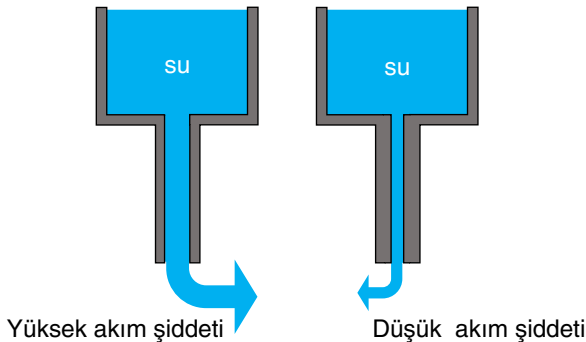
Akım, Potansiyel Farkı ve Direnç ilişkisini daha iyi anlamak su tankı analojisini kullanalım.



Su tankındaki su yüksekliği, elektrik devresindeki potansiyel farkı temsil eder. Yüksek su seviyesi, yüksek bir potansiyel fark veya gerilimi ifade ederken, düşük su seviyesi ise düşük bir potansiyel farkı veya gerilimi ifade eder."

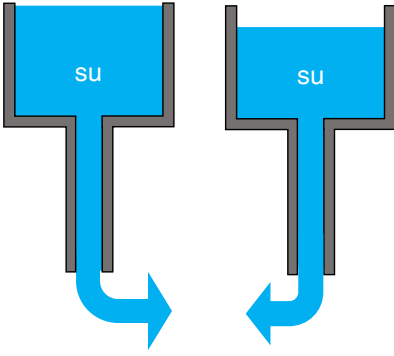


Borunun kesit alanı elektronların akışını sınırlar ve direnç oluşturur. Dar boru devredeki yüksek direnç, geniş boru düşük direnci temsil etmektedir.



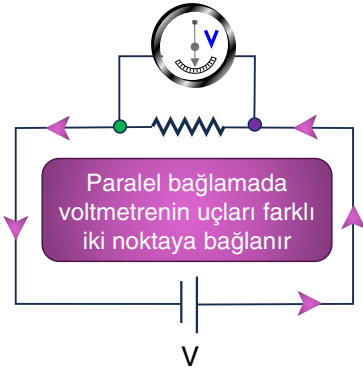
Borudan akan su miktarı, elektrik devresindeki akım şiddetini temsil eder.

Aynı yükseklikteki su seviyesine sahip iki depodan akan su miktarı, depolar arasındaki basınç ve borunun kesit alanına bağlıdır. Aynı yükseklikteki depolar arasında eşit bir basınç olduğundan, borunun kesit alanı daha büyük olan depodan daha fazla su akacaktır. Bu durum, elektrik devresindeki direnç ve akım ilişkisine benzetilebilir; daha düşük direnç, daha fazla akım geçişine ve dolayısıyla daha yüksek bir akım şiddetine yol açar.

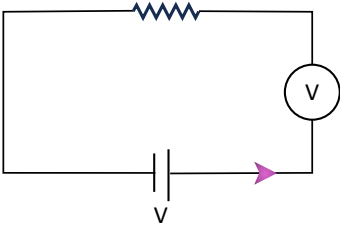


Farklı yükseklikteki su seviyelerine sahip su depolarında, boruların kesit alanı eşit olduğunda, potansiyel fark (gerilim) su depolarındaki yükseklik farkına bağlı olarak değişir. Daha yüksek bir su seviyesine sahip depoda, daha yüksek bir potansiyel fark oluşur ve dolayısıyla daha yüksek bir gerilim oluşur. Bu durum, elektrik devresindeki potansiyel farkın (gerilimin) akım şiddetini etkilediği gibi, su depolarındaki yükseklik farkının da potansiyel farkı ve dolayısıyla gerilimi etkilediği anlamına gelir. Sonuç olarak, daha yüksek bir su seviyesine sahip olan depodan daha fazla akım geçecektir, yani aynı sürede oradan akan su miktarı daha fazla olacaktır.

Voltmetreler

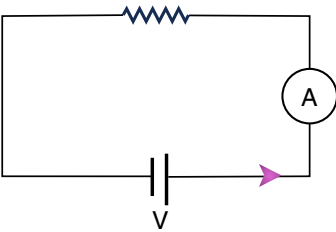


- Voltmetre, bir devre elemanının iki noktası arasındaki potansiyel farkı ölçmek için kullanılır.
- Bir voltmetre, genellikle yüksek iç dirence sahip olduğu için, üzerinden akım geçmez.
- Potansiyel farkı ölçmek için devre elemana paralel bağlanır.

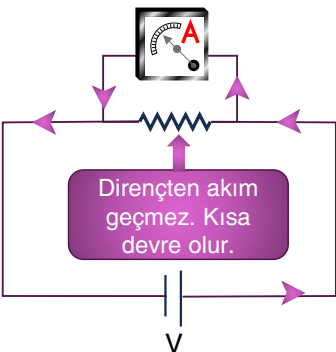


Voltmetreler, devreye seri olarak bağlandığında sahip oldukları yaklaşık sonsuz direnç nedeniyle üzerinden akımın geçmesine izin vermezler. Devrede akım oluşmaz.

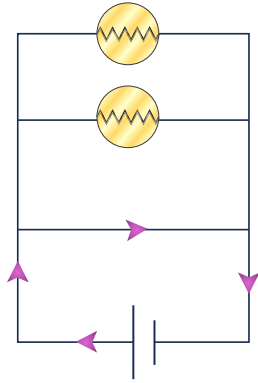
Ampermetreler



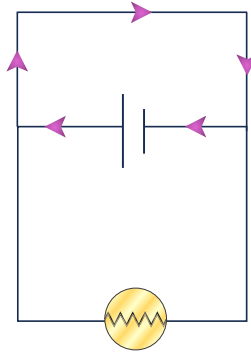
- Ampermetre, devreden geçen akımı ölçmek için kullanılır.
- Devre elemana seri bağlanır ve devreden geçen akımı ölçer.
- Ampermetrenin iç direnci mümkün olduğunca küçük olmalıdır, böylece devreden geçen akımı en az düzeyde etkiler.



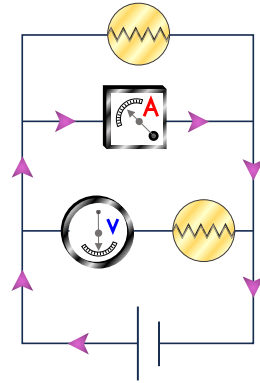
Dirençli bir devre elemanının iki ucu arasında direnci ihmal edilecek kadar küçük bir iletken bağlandığında devre akımı direnç üzerinden geçmek yerine dirençsiz yolu tercih eder ve direnç çalışmaz. Ampermetre, devreye paralel bağlandığında, direnci neredeyse sıfır olduğu için tüm akım ampermetrenin üstünden geçer. Bu duruma "dirençin kısa devre olması" veya "kısa devre" denir.

Kısa devre örnekleri

Lambalar yanmaz.



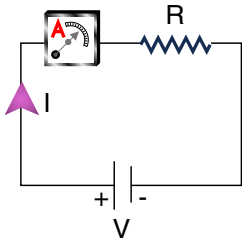
Lamba yanmaz.



Lambalar yanmaz.

OHM KANUNU

Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletken üzerinden geçen akıma oranı sabittir ve bu oran o iletkenin direncini verir. Bu kavram, **Ohm Yasası** olarak bilinir.



$$R = \frac{V}{I}$$

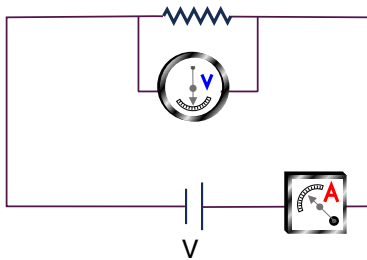
V: İletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkı (Volt)

I: İletkenden geçen akım şiddeti (Amper)

R: İletkenin direnci (Ω - ohm)

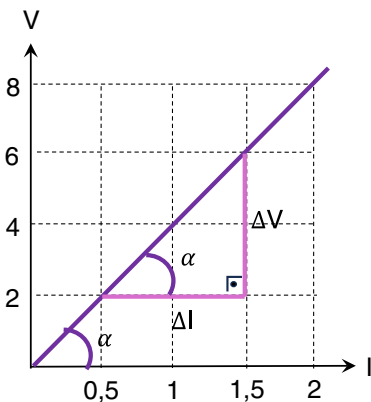
Ohm Yasası'na göre, bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel fark artarsa, iletken üzerinden geçen akım da artar.

$$V = I \cdot R$$



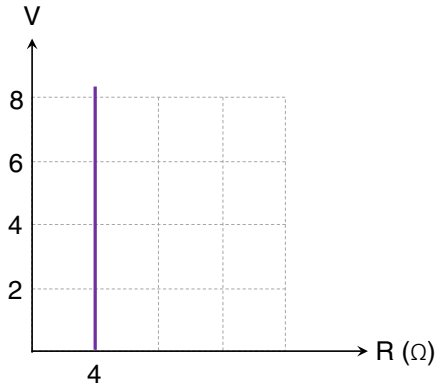
Şekildeki elektrik devresinde, potansiyel fark artırıldıkça akımında arttığı ve direncin sabit kaldığı tablodaki verilerde görülmektedir.

Potansiyel Fark (V)	Akım (A)	Direnç (Ω)	$R = \frac{V}{I} = \text{sabit}$
2	0,5	4	
4	1	4	
6	1,5	4	
8	2	4	

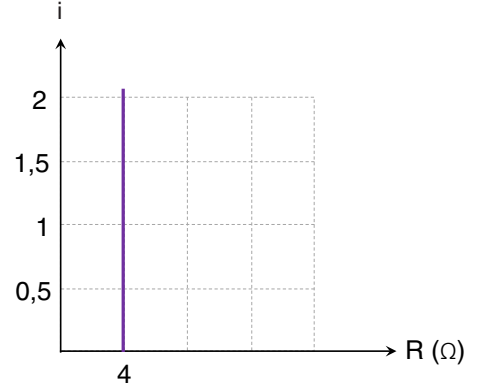


$$\tan \alpha = \text{eğim} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$$

Grafiğin her noktasında eğim aynıdır, buradan, direnç değerinin değişmediği sonucunu çıkarabiliriz. Bu durum, bir iletkenin direncinin sadece iletkenin özelliklerine bağlı olduğunu gösterir. Yani, iletkenin malzemesi, boyutu ve sıcaklığı gibi özellikler, direnç değerini belirler.



Gerilim - direnç grafiği

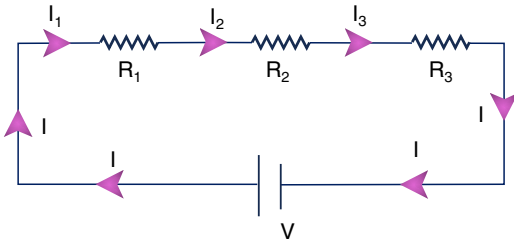


Akım - direnç grafiği

DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

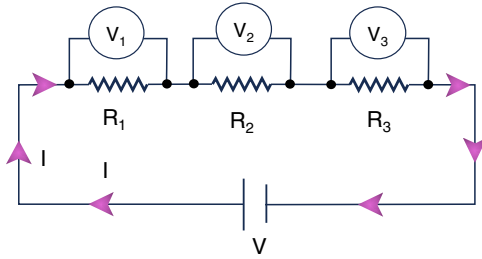
Dirençlerin Seri Bağlanması

İki veya daha fazla direncin uç uca eklenerek bir üretece bağlanmasıyla elde edilen devrede dirençler birbirine seri bağlanmış olur.



Seri bağlı dirençlerin üzerindeki akım değerleri hep aynıdır.

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$



Ohm Yasası'na göre, bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkın (V) iletken üzerinden geçen akımın (I) şiddetine ve iletkenin direncine (R) bağlı olduğu belirtilir. Matematiksel olarak

$$V = I \cdot R$$

ifade edilir.

Seri bağlı dirençlerde, akımların birbirine eşit olduğunu biliyoruz ($I_1 = I_2 = \dots = I$). Dolayısıyla, bu durumda Ohm Yasası'nı her bir direnç için ayrı ayrı yazabiliriz.

$$V_1 = I \cdot R_1$$

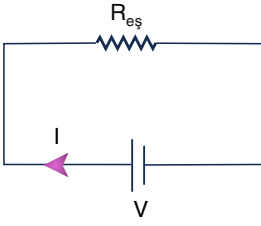
$$V_2 = I \cdot R_2$$

$$V_3 = I \cdot R_3$$

Denklemler incelendiğinde her bir direnç için potansiyel farkın dirençle doğru orantılı olduğunu görürüz. Yani, seri bağlı dirençlerde, direnç değeri büyük olan dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark da büyük olur ve direnç değeri küçük olan dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark da küçük olur.

$$V_1 + V_2 + V_3 = V$$

Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların toplamı, pilin potansiyelin eşittir.



Eşdeğer direnç, devredeki tüm dirençlerin yerine aynı etkiyi sağlayabilen tek bir direncin sahip olduğu değerdir. Eşdeğer direnç R_{esh} olarak ifade edilir.

① $V_1 + V_2 + V_3 = V$

② $V_1 = I \cdot R_1 \quad V_2 = I \cdot R_2 \quad V_3 = I \cdot R_3$

Seri bağlanmış dirençlerin potansiyel farkların toplamı, devrenin toplam potansiyel farkına eşittir.

2. Bağıntılarındaki değerleri 1. denklemden yerine yazılırsa;

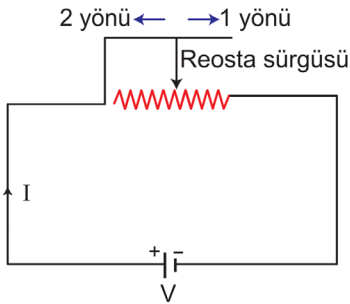
Seri bağlı dirençlerin eş değer direncinin, devredeki dirençlerin toplamına eşit olduğu görülür.

$$I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 = I \cdot R_{esh}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = R_{esh}$$

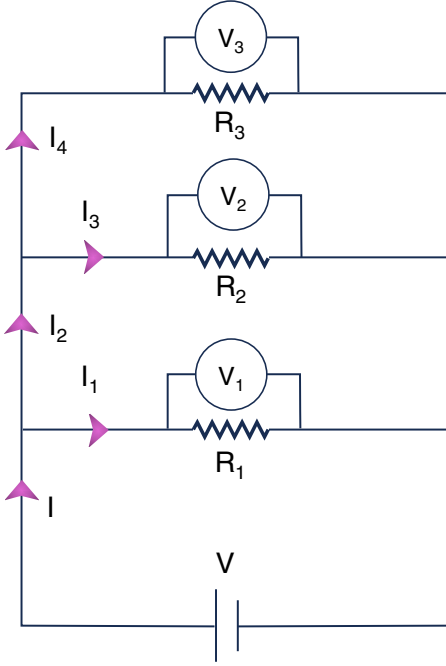


Reostalar, direncin değerini ayarlamak için kullanılan bir tür değişken dirençtir. Reostanın sürgüsü sağa veya sola çekilerek direnci ayarlanır.



Şekildeki reostanın sürgüsü 1 yönünde çekilirse direnç azalır ve devreden geçen akım artar, 2 yönünde çekilirse direnç artar ve devreden geçen akım azalır.

Dirençlerin paralel bağlanması



Dirençlerin birer uçlarının bir noktada diğer uçlarının başka bir noktada birleştirilmesi ile oluşan bağlama çeşidi paralel bağlamadır.

Paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark aynıdır.

$$V_1 = V_2 = V_3$$

Ana koldaki akım paralel kollara dirençlerle ters orantılı şekilde dağıtılır.

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} \quad I_3 = \frac{V_2}{R_2} \quad I_4 = \frac{V_3}{R_3}$$

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{ve} \quad I_2 = I_3 + I_4$$

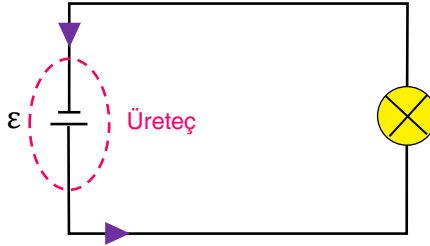
$$I = I_1 + I_3 + I_4$$

Paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci

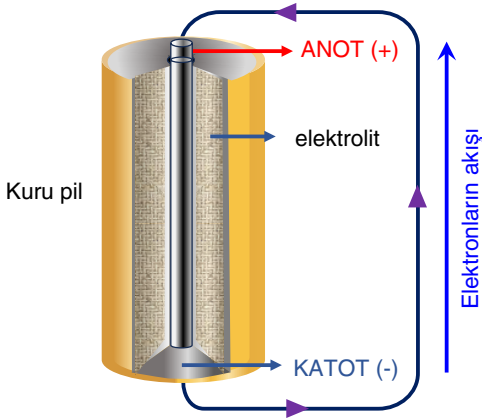
$$\frac{1}{R_{\text{eş}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ÜRETEÇLER

Üreteçler, devreye bir potansiyel farkı uygulayarak elektrik alanı oluştururlar. Bu elektrik alanı, iletkenlerdeki serbest yükleri hareket ettirerek akım oluşturur. Bu cihazlar, devreye enerji sağlayarak elektrik akımının sürekli olmasını sağlarlar. Birim yükün devreyi dolaşabilmesi için üreticinin yaptığı işe Elektromotor kuvvet (EMK) denir. Emk, ε (epsilon) sembolü ile gösterilir.

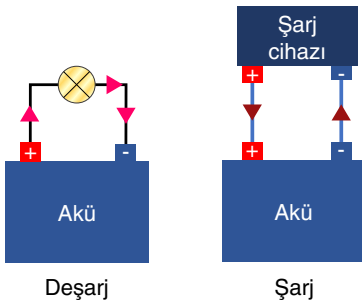
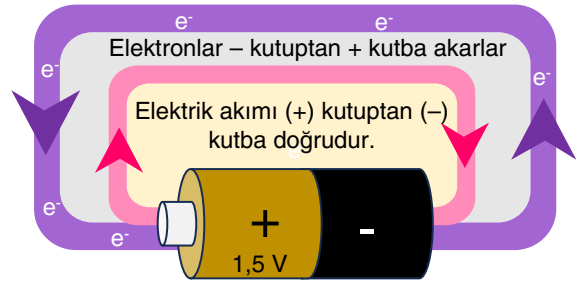


Üretecin devrede gösterimi



Pil ve akü gibi kimyasal enerji depolayan üreteçlerde, pilin içindeki kimyasal reaksiyonlar sonucunda bir kutbundaki madde elektron kazanarak negatif (-) yüklü hale gelirken, diğer kutbundaki madde elektron kaybederek pozitif (+) yüklü hale geçer. Bu elektron transferi, pilin iki kutbu arasında bir potansiyel farkı oluşturur. Elektromotor kuvvetinin birimi joule/coulomb (J/C) veya voltur.

Üreteçlerin artı kutbu, yüksek potansiyele sahip eksi kutbu ise düşük potansiyele sahiptir. Elektrik akımı yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğrudur. Üretecin artı kutbundan eksi kutbuna doğru sürekli bir elektrik akımı oluşur. 1,5 V'luk bir pil, bir lambada kullanıldığında devreden geçen her 1 C yük üzerinde 1,5 J iş yapar.



Kuru piller, aküler, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek çalışırlar. Ancak, bir kuru pilin kullanım süresi belli bir noktada sona erer. Pilin içindeki kimyasal reaksiyonlar azalır ve pil elektrik alanı oluşturmaz hale gelir. Doldurulabilir piller, kuru pillerden farklı olarak tekrar doldurulabilir özelliktedir. Bu tür pillerin kutuplarına doğru bir akım kaynağı bağlanarak şarj edilebilirler. Bu işlem, içlerindeki kimyasal reaksiyonları tersine çevirir ve pil yeniden enerji sağlayacak hale getirilir.



Pil kapasitesi, bir pilin depoladığı enerji miktarıdır ve genellikle miliamper-saat (mAh) cinsinden ifade edilir. Kapasite, pilin ne kadar süreyle sabit bir akımı (genellikle mA cinsinden) sağlayabileceğini gösterir. Örneğin, 8000 mAh kapasiteli bir pil, 800 mA akım çeken bir cihazı 10 saat boyunca çalıştırabilir.

Kapasite (mAh)	Çıkış Akımı (mA)	Çalışma Süresi (saat)
4000	20	200
6000	100	60
8000	4000	2

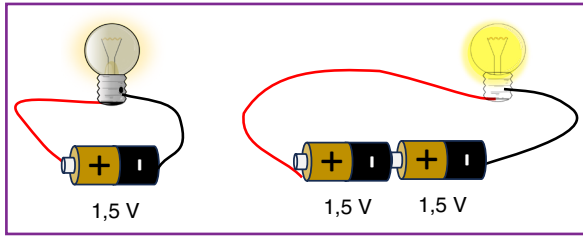
Pil Kapasiteleri ve Akım Çıkışlarına Göre Çalışma Süreleri Karşılaştırması

Bir devrede üretici r iç direncine sahipse, bu iç direnç, üreticinin çalışması sırasında enerji kaybına neden olabilir. Devrede anahtar açıkken üretece voltmetre bağlandığında, ölçülen değer üreticinin devreye sağladığı potansiyel fark ε kadar olur. Ancak, anahtar kapalıyken I akımı oluşturulduğunda, üreticinin iç direnci r nedeniyle enerji tüketilir.

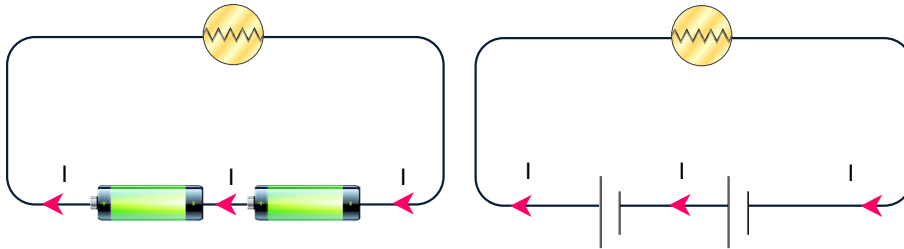
Üreteçlerin iç direnci, devrelerde enerji kaybına sebep olur. Ancak, genellikle bu iç direnç problemlerde göz ardı edilerek $r = 0$ olarak kabul edilir. Bu tip idealize edilmiş üreteçlere ise **ideal üretici** denir.

Elektrikle çalışan araçlarda kullanılan üreteçler genellikle pillerdir ve ihtiyaca göre seri ya da paralel bağlanabilirler. Üreticinin devreye nasıl bağlanacağı, üreticinin ürettiği elektromotor kuvvet (emk) değerinden daha fazla emk'e ihtiyaç duyulup duyulmamasına veya devreye daha uzun süre emk verme ihtiyacına göre belirlenir. Bu bağlantı şekilleri, devrenin gereksinimlerine ve üreticinin performansına bağlı olarak seçilir.

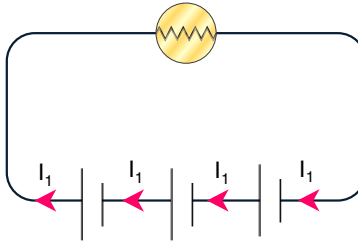
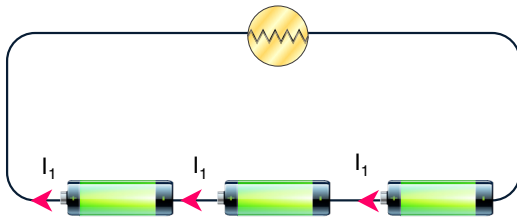
ÜRETEÇLERİN SERİ BAĞLANMASI



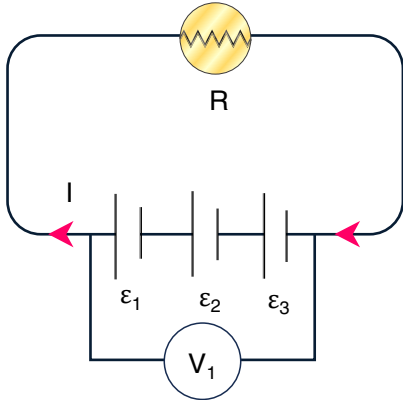
Seri bağlantıda, her bir üreticinin pozitif kutbu diğerinin negatif kutbuna bağlanır ve bu şekilde üreteçler arasında toplam voltaj artırılır. Seri bağlı piller genellikle daha yüksek voltaj gerektiren uygulamalarda kullanılır. Örneğin 3 V gerilimle çalışan bir lambaya 1,5 V luk pil bağlanınca lamba yanmayacaktır. Ancak 2 tane 1,5 V luk pil seri bir biçimde bağlanırsa lamba yanar.



Seri bağlı pillerin bağlı bulunduğu devrede pillerin üzerinden geçen akım şiddeti eşittir. Pillerden biri arızalanır ve akım üretmezse devreden akım geçmez.



Aynı yönde akım üreten pil sayısı artırılırsa devreden geçen akım artar yani lamba daha parlak yanar.

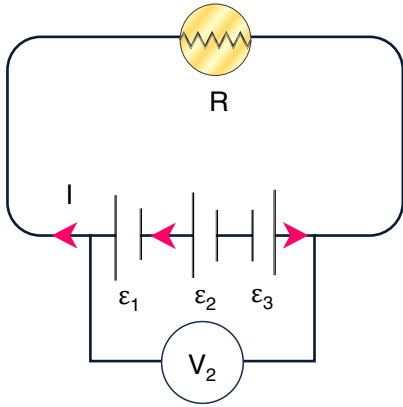


Aynı yönde akım üreten ve seri bağlı olan üreteçlerin eşdeğer gerilimi, bu üreteçlerin emk değerlerinin toplamına eşittir. Seri bağlantıda, üreteçler arasındaki emk değerleri toplanır.

$$V_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots \varepsilon_n$$

Lambanın direnci R olduğundan;

Devreden geçen akım $I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R}$ bağıntısı ile hesaplanır.

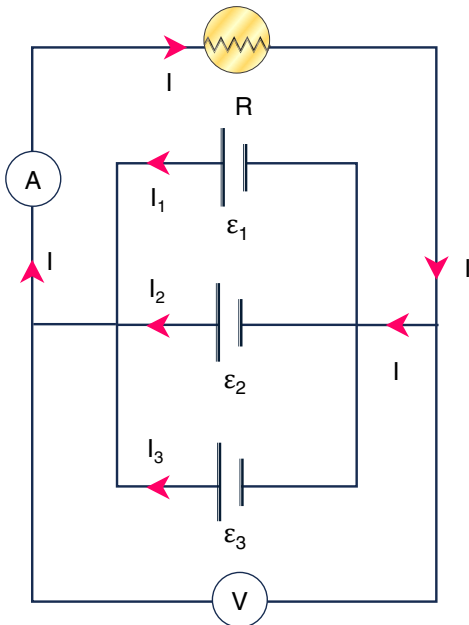


Seri bağlı üreteçlerde farklı yönde akım üreten bir üreteç varsa $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ ise akım yönü ε_1 ve ε_2 üreteçlerinin akım yönündedir. $\varepsilon_3 > \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ ise akım yönü ε_3 üretecinin akım yönündedir.

$$V_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3 \text{ olur.}$$

Devreden geçen akım $I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R}$ bağıntısı ile hesaplanır.

PARALEL BAĞLI ÜRETEÇLER



Paralel bağlantı, birden fazla üreticinin aynı kutuplarının birbirine bağlanmasıyla oluşan bir devre tipidir. Bu bağlantıda, üreticilerin bağlı olduğu paralel kollarda potansiyel farkın eşit olması gerekmektedir. Şekildeki devrede pillerin birbirine özdeş olması önemlidir. Üreteçlerin iç dirençleri göz ardı edildiğinde, voltmetrenin ölçtüğü değer, bir üreticinin elektromotor kuvvetine eşittir.

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = V$$

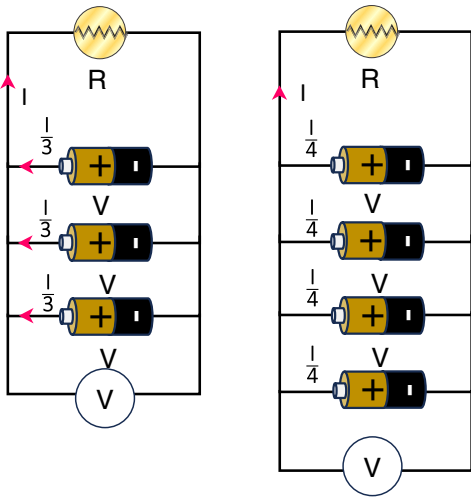
Şekildeki devrede I ana kol akımıdır.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Devredeki ampermetre I akım değerini gösterir. Pillerden çıkan I_1, I_2, I_3 akımları birbirlerine eşit olup, toplamı ana kol akımına (I) eşittir.

$$I_1 + I_2 + I_3 = I$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3}$$



Paralel bağlı iç direnci önemsenmeyen üreteçlerde pil sayısının artması veya azalması devrenin potansiyel farkını ve ana kol akımını değiştirmez. Ancak paralel bağlı pil sayısı arttıkça pillerden çekilen akımların toplamı ana kol akımına eşit olacağından, her bir pilden çekilen akım aynı oranda azalır.

Paralel bağlı pillerden birinin arızalanması ya da devre dışı kalması durumunda devrede lamba yanmaya devam eder.

Pilleri tükenme süresi

Pillerin tükenmesinin ana nedeni oksidasyondur. Oksidasyon, kimyasal reaksiyonlar sırasında pozitif yüklü elektrotların üzerine çözülmüş metal artıklarının birikmesiyle gerçekleşir. Bu süreç, pilin ömrünü kısaltır çünkü pilin içindeki iyonların hareketi zorlaşır. Dolayısıyla, pilin tükenme süresi, pilin içinden çekilen akım miktarıyla ters orantılıdır. Çekilen akım miktarı arttıkça, oksidasyon da artar ve pilin ömrü azalır.

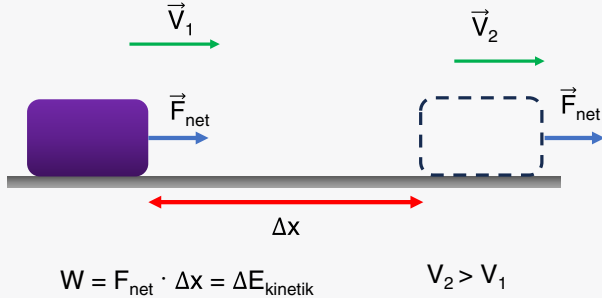
Seri bağlı üreteçler devresinde, devreden geçen akım miktarı üreteç sayısı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle, üreteç sayısı arttıkça, çekilen akım miktarı da artar ve üreteçler daha hızlı tükenir. Paralel bağlı üreteçler devresinde ise, üreteç sayısının artması devreden geçen akım miktarını değiştirmez. Her bir üreteçten çekilen akım miktarı, paralel bağlanan üreteçlerin sayısına bağlı olarak azalır. Bu da üreteçlerin tükenme sürelerinin daha uzun olmasını sağlar.

ELEKTRİK ENERJİSİ, ELEKTRİKSEL GÜÇ VE LAMBA PARLAKLIKLARI

ELEKTRİK ENERJİSİ VE ELEKTRİKSEL GÜÇ



HATIRLAYALIM

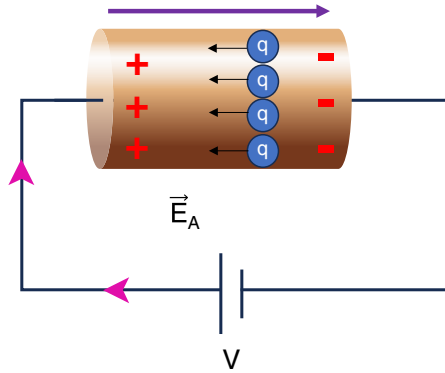


İş, net kuvvetin etkisi altında bir cismin yer değiştirmesiyle gerçekleşen enerji transferidir. Matematiksel olarak, $W = F_{\text{net}} \cdot \Delta x$ formülü ile ifade edilir, burada W işi, F_{net} uygulanan kuvveti, Δx cismin kuvvet yönünde aldığı yolu ifade eder. Net kuvvet iş yaptığındaki, cismin kinetik enerjisinde bir değişim meydana gelir.

Güç (P) ise birim zamanda yapılan iştir. Yapılan işin, işin yapılma süresine oranı gücü verir. Birimi J/s ya da watt ile ifade edilir.

$$P = \frac{W}{t}$$

ELEKTRİKSEL ENERJİ



Bir iletkene, üreteç bağlandığında devrenin farklı noktaları arasında potansiyel fark oluşur. Potansiyel farkın oluşturduğu elektrik alan sayesinde, elektrik akımı yüksek potansiyel bölgesinden düşük potansiyel bölgesine doğru oluşur. Negatif yüklü elektronlar ise elektrik alanın tersi yönünde hareket ederler.

Volt (V) elektriksel gerilim veya potansiyel fark ölçüsüdür ve temelde bir Coulomb (C) büyüklüğündeki bir yükün taşınması sırasında 1 Joule (J) enerji harcanmasına eşittir. Devreden q kadar yük geçişi sırasında harcanan enerji:

$E = q \cdot V$ formülü ile hesaplanır.

Burada E enerjiyi, q taşınan toplam yük miktarını ve V ise potansiyel farkını (voltaj) ifade eder.

$q = I \cdot t$ Akımı (I), yük (q) ve zaman (t) cinsinden ifade eden bağıntısını kullanarak enerji denklemini akım ve zaman cinsinden de yazabiliriz.

$E = q \cdot V$ denkleminde $q = I \cdot t$ yerine yazarsak;

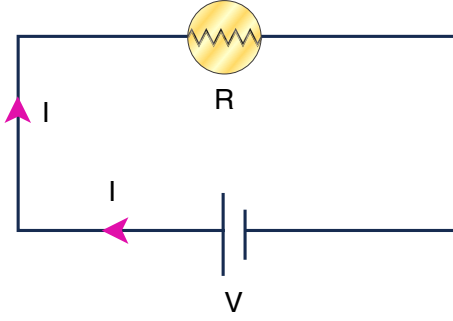
$E = V \cdot I \cdot t$ bağıntısı elde edilir.

Ohm Kanunu $V = I \cdot R$ olduğuna göre, bu ilişkiyi enerji denklemindeki V yerine koyarsak;

$E = I^2 \cdot R \cdot t$ bağıntısı elde edilir.

Bulunan bu enerji devrelerde ısıya, sese, ışığa dönüşen enerjiyi ifade eder.

ELEKTRİKSEL GÜÇ



Elektriksel güç, elektrik devrelerindeki direnç elemanları tarafından birim zamanda harcanan enerjinin miktarını ifade eder ve genellikle Watt (W) birimiyle ölçülür. Elektriksel güç, aşağıdaki temel bağıntılar kullanılarak hesaplanabilir:

$$P = \frac{E}{t} \text{ bağıntısında "E" yerine, } E = V \cdot I \cdot t \text{ bağıntısı yazılırsa;}$$

$$P = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} \text{ buradan, } P = V \cdot I \text{ bağıntısı elde edilir. Bu formül, lambanın harcadığı gücün, lambanın potansiyel farkı ve lambanın üzerinden geçen akımla doğru orantılı olduğunu gösterir.}$$

$P = V \cdot I$ bağıntısında, "V" Yerine $V = I \cdot R$ yazılırsa;

$P = I^2 \cdot R$ bağıntısı elde edilir. Bu formül, lambanın harcadığı gücün, üzerinden geçen akımının karesi ve lambanın direnç değeriyle doğru orantılı olduğunu gösterir.

$$P = I^2 \cdot R \text{ bağıntısında "I" yerine } V/R \text{ yazarsak } P = \frac{V^2}{R} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

Elektrikli araçlar, elektrik enerjisini farklı enerji formlarına dönüştürerek çeşitli işlevleri yerine getirirler. İşte tabloda yer alan araçlar ve enerji dönüşümleri:

Elektrikli Aletler	Enerji Dönüşümleri
Elektrikli Fırın	Elektrik → Isı
Klima	Elektrik → Isı + Kinetik
Çamaşır Makinesi	Elektrik → Kinetik + Isı
Bulaşık Makinesi	Elektrik → Kinetik + Isı
Televizyon	Elektrik → Işık + Ses + Isı
Elektrikli Süpürge	Elektrik → Kinetik + Isı

Evlerde Kullanılan Elektrikli Araçlar ve Enerji Dönüşümleri



Elektrikli araçlardan ev aletlerine ve sanayi makinelerine kadar birçok uygulamada güç birimi olarak watt (W) veya kilowatt (kW) kullanılır. Watt, SI birim sistemine göre güç birimidir ve 1 joule enerjinin bir saniyede harcanması veya üretilmesi olarak tanımlanır.

$$1 \text{ Kilowatt} = 1 \text{ kw} = 1000 \text{ watt}$$

Elektrik enerjisi (E) hesaplamasında güç (P) ve zaman (t) ölçütleri kullanılır. Eğer güç kilowatt (kW) cinsinden ve zaman saat (h) cinsinden ifade edilirse, tüketilen enerji kilowatt saat (kWh) cinsinden hesaplanır.

$$E = P \cdot t \text{ olur.}$$

Burada:

E: tüketilen enerji miktarı (kWh),

P: güç (kW),

t: zaman (saat olarak)

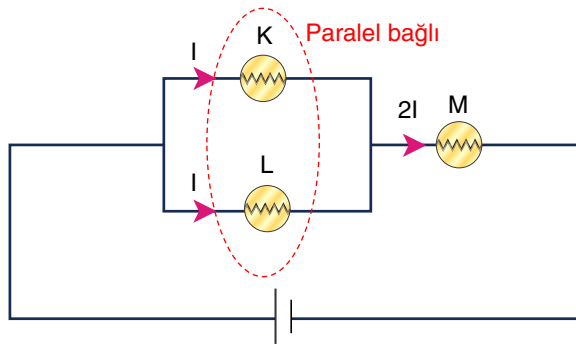


Elektrikli Aletler	Güç (kW)	Kullanım Süresi (saat)	Tüketilen Enerji (kWh)
Buzdolabı	0,3	24	7,2
Elektrikli Fırın	2,0	1	2,0
Klima	1,5	4	6,0
Çamaşır Makinesi	0,5	2	1,0
Televizyon	0,1	5	0,5
Elektrikli Süpürge	0,6	1	0,6
Bilgisayar	0,3	8	2,4

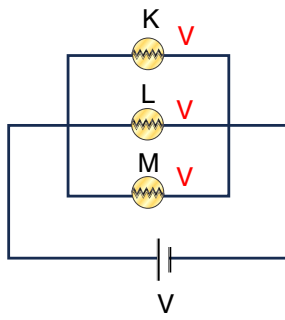
LAMBALARIN PARLAKLIĞI NELERE BAĞLIDIR?

Elektrik devrelerinde kullanılan lambaların parlaklığı lambanın gücüyle doğru orantılıdır.

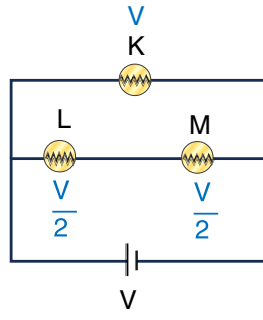
$P = I^2 \cdot R$, $P = \frac{V^2}{R}$ formülleri yardımıyla devrelerdeki lambaların parlaklıkları kıyaslanabilir.



Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede, lambaların dirençleri eşit olduğu için lampa parlaklıklarını kıyaslayabilmek için $P = I^2 \cdot R$ formülünden yararlanalım. R değerleri her lampa için aynı olduğundan lambalardan geçen akım değerleri ile kıyaslama yapılır. Paralel bağlı K ve L lambalarının potansiyel farkları ve dirençleri eşit olduğundan üzerinden geçen akımlarda eşittir. Dolayısıyla parlaklıkları eşittir. K ve L lambalarının üzerinden gelen akım M lambasının olduğu kolda birleşip, M lambasının üzerinden geçtiklerinde, M lambasından daha fazla akım geçer. Dolayısıyla en parlak M lambası yanar.



Şekil I



Şekil II

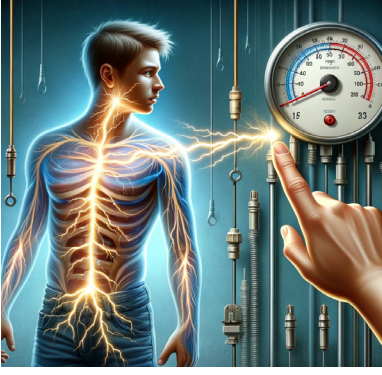
İç direnci önemsiz özdeş üreteçler ve özdeş K, L, M lambalarıyla Şekil I'deki devre Şekil II'deki devreye dönüştürülünce lambaların parlaklık değişimlerini incelemek için,

$P = \frac{V^2}{R}$ bağıntısından yararlanırsak lambaların dirençleri eşit olduğundan sadece potansiyel farklarına bakarak lampa parlaklıklarındaki değişimleri bulabiliriz.

Şekil I'deki lambalar ve üreteç birbirlerine paralel bağlı olduğundan, potansiyel farkları aynı ve üretecin potansiyeline eşittir. Şekil II'deki devrede K lambası ile üreteç aynı noktalara arasında ve birbirlerine paralel bağlı olduğu için K lambasının potansiyeli üretecin potansiyeline eşittir. Özdeş L ve M lambalarının bağlı olduğu kolun potansiyeli pilin potansiyeli eşit olduğundan, lambalar potansiyeli eşit olarak bölüşürler.

Lamba	İlk Potansiyel	Son Potansiyel	Parlaklık
K	V	V	Değişmez
L	V	V/2	Azalır
M	V	V/2	Azalır

ELEKTRİK AKIMININ OLUŞTURABİLECEĞİ TEHLİKELER VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ



Elektrik akımı, günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmasına rağmen, belirli koşullar altında ciddi tehlikelere yol açabilir.

Elektrik çarpması, vücuda elektrik akımının girmesiyle meydana gelen bir olaydır ve ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. İçinden akım geçen bir iletkenle doğrudan temas, elektrik akımının vücut üzerinden toprağa akmasına yol açar. Bu süreçte, elektrik akımının şiddeti ve vücutla temas eden gerilimin yüksekliği, alınan zararın derecesini belirleyen önemli faktörlerdendir.



Elektrik akımı, aşırı ısınma sonucu yangın riski de taşır. Örneğin, soğutma sistemi olmadan fazla süre çalıştırılan elektrikli aletler aşırı ısınıp tutuşabilir. Akım geçen kabloların yanıcı malzemelerin yanında olması da benzer riskleri beraberinde getirir. Ayrıca kısa devre sonucu ortaya çıkan elektrik arki, kıvılcımlarla yangına neden olabilir.



Elektrik sistemlerinde güvenlik, hem bireylerin hem de cihazların korunması açısından büyük önem taşır. Elektrikle ilgili kazaların önlenmesi ve sistemlerin doğru bir şekilde işlemesi için çeşitli önlemler alınır. Bu önlemler arasında en önemlilerinden biri de sigorta sistemlerinin ve topraklama hattının doğru şekilde kurulmasıdır.

Topraklama Hattı

Topraklama, fazla elektrik akımının güvenli bir şekilde toprağa aktarılmasını sağlar. Bu işlem, elektrik akımının insanlara veya cihazlara zarar vermesini önlemek için hayati öneme sahiptir. Özellikle yüksek gerilim durumlarında, topraklama hattı olmadan ciddi kazalar ve mal hasarları yaşanabilir. Elektrik sistemlerinde bir hata meydana geldiğinde, topraklama hattı üzerinden akım yere güvenli bir şekilde aktarılır, böylece elektrik çarpması riski azalır.

Sigorta Sistemleri

Sigorta sistemleri, elektrik devresindeki aşırı akımı keserek elektrikle çalışan cihazları ve tesisatı korur. Aşırı yüklenme veya kısa devre gibi durumlarda, sigorta devreyi keserek akımın geçişini engeller ve olası yangın veya hasar riskini önler. Binaların girişlerine yerleştirilen sigorta kutuları, tüm binanın elektrik güvenliğini sağlama açısından kritik bir rol oynar.



MIKNATIS VE MANYETİK ALAN

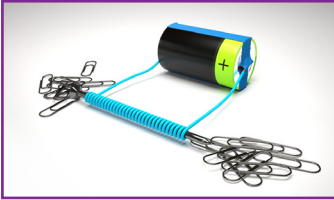
Mıknatıs; demir, nikel, kobalt gibi maddeleri çekme özelliğine sahip cisimlere verilen bir isimdir. Mıknatısların tabiatta bulunabilen doğal mıknatıs ,bazı elementlerin belirli oranlarda karışımıyla elde edilen yapay mıknatıs ya da elektromıknatıs gibi çeşitleri vardır.



Doğal mıknatıs; mıknatıs özelliği sürekli olan, magnetit adı verilen demir oksidi bir mineraldir.



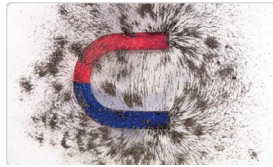
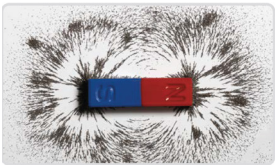
Yapay mıknatıs çeşitli elementlerin fiziki olarak karıştırılıp üretilmesi ile ortaya çıkar ve yapay yollardan manyetik özellik kazanır. Yapay bir mıknatısın mıknatıs özelliğini kaybetmesi normal şartlar altında yıllar içinde olur.



Basit bir elektromıknatıs demir çiviye sarılmış plastik kaplı iletken tel ve bu iletken telin uçlarına bağlanan bir üreteçten oluşur.

BİR MIKNATISIN MANYETİK ALANI VE MANYETİK ALAN YÖNÜ

Mıknatısın manyetik özelliklerini gösterdiği bölgeye o mıknatısın manyetik alanı denir. Manyetik alan $\vec{B}$ sembolüyle gösterilir ve vektörel bir büyüklük olup SI'da birimi Tesla'dır.



Bir çubuk mıknatısın ya da bir U mıknatısın üzerine cam levha konulup demir tozları serpiştirildiğinde, manyetik alan etkisiyle mıknatıslanan demir tozları mıknatısın manyetik alanı yönünde dizilir. Demir tozlarının manyetik alan etkisiyle aldığı şekillere bakılarak mıknatıs dışındaki manyetik alanlar manyetik alan çizgileri ile sembolize edilir.

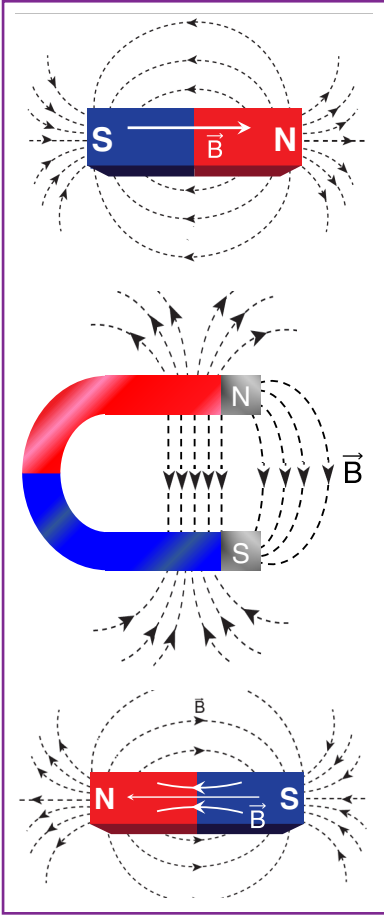


NOT

Neodymium (Neodyum) mıknatıs, son yıllarda üretimi artan neodyum (Nd), demir (Fe) ve bor (B) gibi elementlerden üretilen en güçlü yapay mıknatıslardır.

Bir neodyum mıknatıs boyutlarıyla asla kıyaslanamayacak kadar büyük bir güce sahiptir. Zira bu mıknatıslar ağırlığının 1000-1500 katı kadar ağırlığı kaldırabilecek kadar güçlüdür.

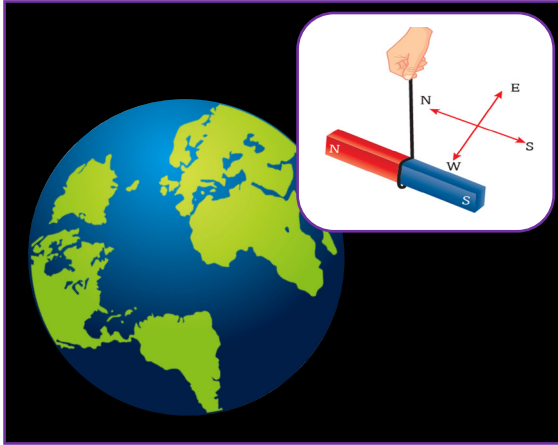
Özellikle otomotiv, petrokimya endüstrisi ile sağlık ürünlerinin üretimi gibi birçok sektörde kullanılan ve tercih edilen neodyum mıknatıslar, mıknatıslık özelliklerini 10-15 yıl koruyabilirler.



Mıknatısın manyetik alanında şekil alan demir tozlarının görünümüne bakılarak yapılan modelleme sonucunda aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir.

- Demir tozlarının yoğun bir şekilde toplandığı mıknatısın uç bölgelerine kutup noktaları denir.
- Demir tozlarının yoğunlaştığı bölgelerde (N ve S kutupları yakınlarında) manyetik alan şiddeti daha büyüktür. Mıknatıstan uzaklaştıkça manyetik alan şiddeti azalır.
- Demir tozlarının mıknatıs çevresinde oluşturduğu bu çizgilere manyetik alan çizgileri denir. Manyetik alan çizgileri başlangıcı ve bitişi olmayan mıknatısın içinden geçip dışından dolanan kapalı eğriler şeklinde ifade edilir. Bu yüzden manyetik alan yönü mıknatıs dışında N kutbundan S kutbuna doğru iken mıknatıs içinde S kutbundan N kutbuna doğrudur. Manyetik alan çizgileri birbirini kesmez.
- Deney; cam levha yerine aynı kalınlıkta karton levha üzerinde yapıldığında demir tozlarının cam yüzey üzerindeki göre daha az toplanma yaptığı gözlemlendiği için bir mıknatısın çevresindeki manyetik alan şiddeti ortama da bağlıdır.

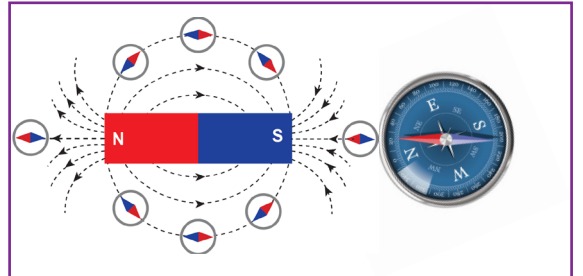
MIKNATIS KUTUPLARININ ADLANDIRILMASI

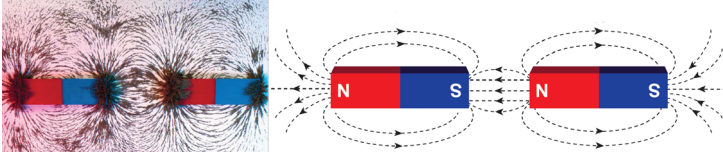


Bir ipe ortasından asılan çubuk mıknatıs, Dünya'nın coğrafi kuzey (N) ve güney (S) doğrultusunda dengeye geldiği görülür. Mıknatısın coğrafi kuzey kutbuna doğru yönelen kutbuna N, coğrafi güney kutbuna doğru yönelen ucuna S kutup adı verilmiştir.

Yön bulmada kullandığımız pusulanın ibresi de bir mıknatıstır. Pusulanın kırmızı ucu, ortamdaki manyetik alanın yönünü gösterir.

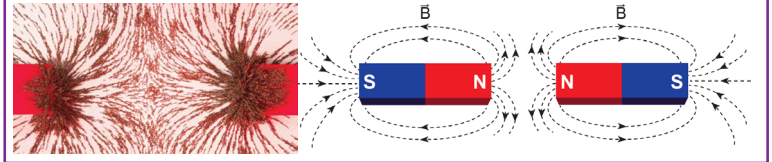
Bir mıknatısın manyetik alanı içerisine konulan çeşitli pusulaların ibresi manyetik alan çizgilerine teğet olacak şekilde yönelir.



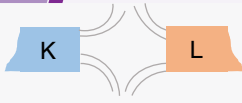


İki çubuk mıknatıs yan yana tutulup üzerine cam yerleştirilmiştir. Cam üzerindeki demir tozlarının dağılımına bakılarak mıknatısların çevresindeki manyetik alan çizgileri şekildeki gibi modellenmiştir.

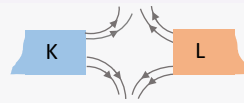
İki çubuk mıknatısın N kutupları karşılıklı yerleştirildiğinde çevrelerinde oluşan manyetik alan çizgi modellemesi de şekildeki gibidir.



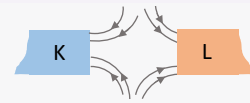
! DİKKAT



İki çubuk mıknatısın birer kutbu arasında oluşan manyetik alan çizgileri şekildeki gibi olursa mıknatısların kutup cinsleri kesin belirli değildir.

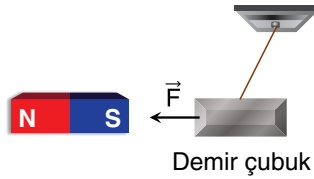
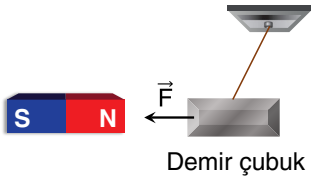


Manyetik alan çizgileri üzerindeki yönler, kutuplardan dışarı doğru yönelmiş ise K ve L kutupları aynı cins olup N kutup özelliğindedir.



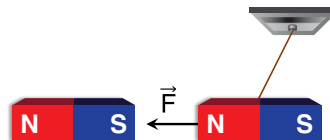
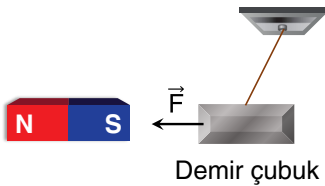
Manyetik alan çizgileri üzerindeki yönler; kutuplara doğru yönelmiş ise K ve L kutupları aynı cins olup S kutup özelliğindedir.

Bir mıknatısın hangi ucu demiri çeker?



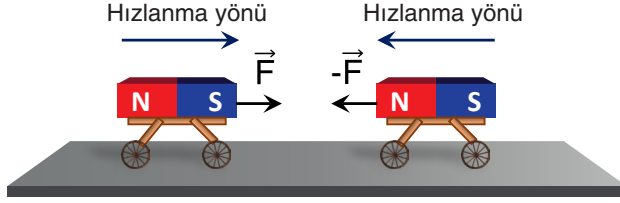
Bir mıknatısın N kutbu da S kutbu da demiri çeker.

Bir mıknatıs hangi cisimleri çeker?

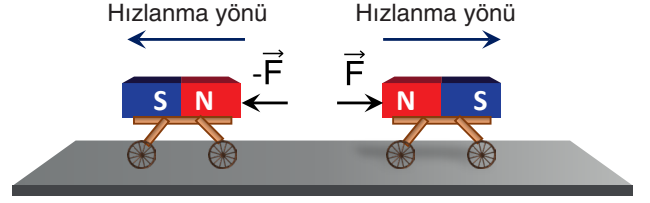


Bir mıknatıs; demir, nikel, kobalt gibi cisimleri ve başka bir mıknatısın ters kutbunu çeker.

İKİ MIKNATIS ARASINDAKİ MANYETİK KUVVET



İki mıknatısın N-S kutupları karşılıklı olarak araba üzerine bırakıldığında mıknatıslar birbirine eşit büyüklükte, ters yönde çekme kuvveti uygularlar ve arabalar birbirlerine doğru hızlanarak yaklaşır.



İki mıknatısın N kutupları karşılıklı olarak araba üzerine bırakıldığında mıknatıslar birbirine eşit büyüklükte itme kuvveti uygularlar ve arabalar zıt yönlerde hızlanarak birbirinden uzaklaşırlar.

**DİKKAT**

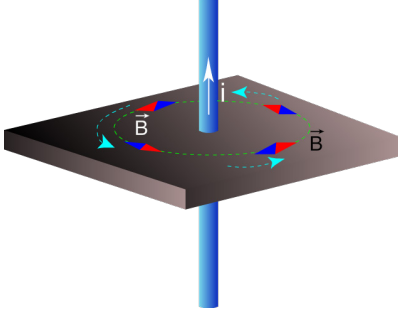
İki mıknatıs birbiriyle etkileştiğinde aralarında itme veya çekme kuvveti oluşur. Aynı cins kutuplar birbirini iter, zıt cins kutuplar birbirini çeker.

**DİKKAT**

Mıknatısların birbirine ya da bir mıknatısın demir, nikel, kobalt gibi metallere uyguladığı kuvvetler, temas gerektirmeyen kuvvetler grubundadır.

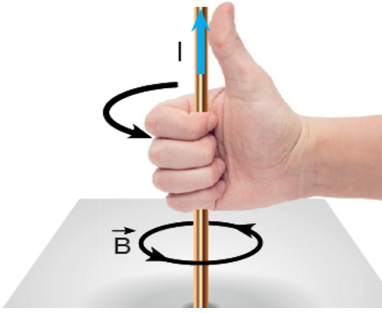
AKIM VE MANYETİK ALAN

ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN DÜZ BİR TELİN MANYETİK ALANI



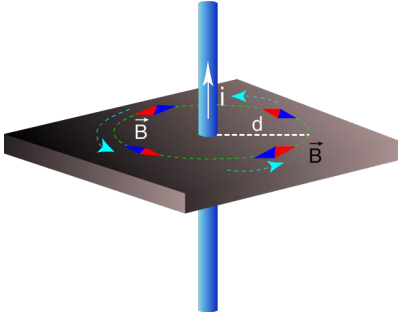
Manyetik alan sadece mıknatısların etrafında gözlenmez. Elektrik akımı taşıyan iletkenlerin çevresinde de manyetik alanlar oluşur. Bu bölümde sadece üzerinden akım geçen düz bir iletkenin çevresindeki manyetik alanın özellikleri verilecektir.

Dünyanın manyetik alanının önemsiz olduğu bir ortamda şekildeki gibi i akımı taşıyan düz telin çevresine yön bulmada kullandığımız pusulalar farklı noktalara konulduğunda akımın oluşturduğu manyetik alan yönleri şekildeki gibi oluşmaktadır.

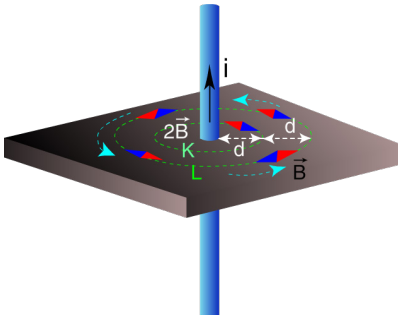
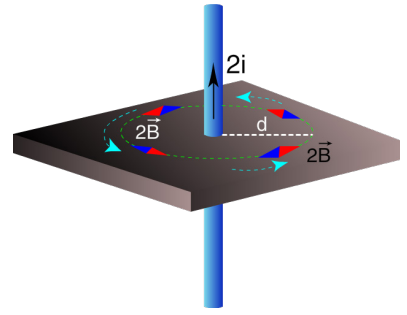


Oluşan manyetik alan yönü sağ el kuralı ile bulunur. Başparmak akım yönünde olmak üzere tel sağ el içinde tutulduğunda teli saran dört parmak yönü (teli saran çemberler şeklinde) telin çevresindeki manyetik alan dolanımını ve yönünü gösterir. Çember üzerindeki noktalarda manyetik alan yönü dört parmak yönünde çembere teğet olacak şekilde oluşur.

Üzerinden akım geçen telin çevresinde oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü;



- Akım şiddeti ile doğru orantılıdır. İletkenden geçen i akımı d yarıçaplı çember üzerinde her noktada B şiddetinde manyetik alan oluştururken, akım $2i$ yapıldığında aynı çember üzerinde her noktada manyetik alan şiddeti $2B$ olur.



- Akım geçen tele olan dik uzaklıkla ters orantılıdır. Telin çevresindeki d yarıçaplı K çemberinde her noktada manyetik alan şiddeti $2B$, $2d$ yarıçaplı L çemberi üzerindeki her noktada manyetik alan şiddeti B büyüklüğündedir.
- Ortamın manyetik geçirgenliği ile doğru orantılıdır.

Manyetik Alanların Olumsuz Etkileri



Yüksek gerilim hatları



Trafolar

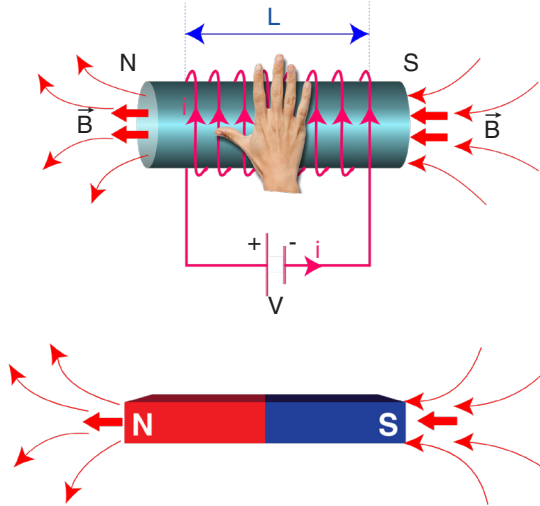
Bilimsel çalışmalar yapan bir çok kuruluş, şiddeti yüksek manyetik alanların olumsuz etkileriyle ilişkili olarak,

1. Enerji iletim hatları yakınlarında yaşayan insanlarda görülen beyin tümörü ve çeşitli kanser hastalıklarının enerji iletim hatlarından daha uzakta yaşayan insanlara göre daha yüksek oranda görüldüğü,
2. İnsanların sinir sistemini etkileyerek bağışıklık sistemini zayıflattığı,
3. Hassas elektronik sistemlerin çalışma düzenini etkilediği,
4. Yer kürenin manyetik alanından faydalanarak yönlerini bulan bazı canlıların dış manyetik alandaki değişimlerden kaynaklı yön bulma sorunları yaşadığı,

gibi birçok soruna bilimsel çalışma raporlarında yer vermişlerdir.

Yüksek gerilim hatları ve yerleşim yerleri içindeki trafolar yakınlarında elektrik ve manyetik alanların etkisinden daha az etkilenmek için bu alanlarda mümkün olduğu kadar kısa süre kalmak gerekir. Çünkü manyetik alanların olumsuz etkileri hem manyetik alan şiddetinin büyüklüğüne hem de bu alanlardaki etkilenme süresine bağlı olarak artmaktadır.

ELEKTROMİKNATISLAR



Tel içinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan etkisinden yararlanılarak elektromıknatıslar yapılmıştır. Elektromıknatıslar demir çekirdekler üzerine sarılan ve bobin adı verilen sistemlere denir. İletken telden akım geçerse bobin mıknatıs gibi davranır.

i akımı taşıyan, akım makarasının içindeki manyetik alan silindirik boyunca düzgün ve makara eksenine paralel olarak oluşur.

Manyetik alan çizgileri silindirik içinde düzgün iken bobinin dışında gösterilen yönlerde dağılan çizgiler halinde gözlenir.

Silindirik içindeki bu düzgün manyetik alanının şiddeti;

1. Sarım sayısı
 2. Bobinden geçen akımın şiddeti
 3. Sarımların boyu (L)
- değişkenlerine bağlıdır.

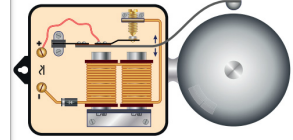
ELEKTROMİKNATİS NERELERDE KULLANILIR?



Elektrikli ölçü aletlerinde



Maglev treninde



Kapı zilinde

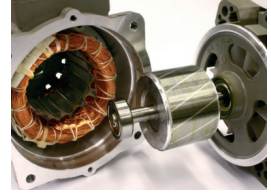
Şekildeki düzeneklerin yanında telgraflarda, vinçlerde, jeneratörlerde, parçacık hızlandırıcılarda, röle, alternatör gibi birçok elektronik aracın imalatında da elektromıknatıslar kullanılır.



Hoparlör sistemlerinde



Mikrofonlarda



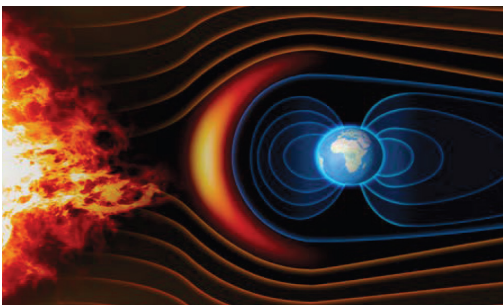
Elektrik motorunda

DÜNYA'NIN MANYETİK ALANININ SONUÇLARI

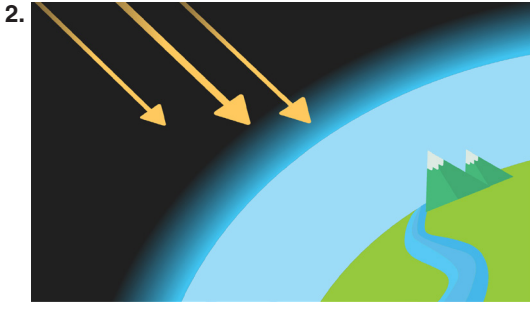
Bilim insanlarının yaptığı araştırmalarda Dünya'nın merkezinde eriyik halde bulunan demir ve nikel tabakasının hareketi sonucu oluşan elektrik akımının, manyetik alan oluşturduğu düşünülmektedir. Bu manyetik alan dünyanın manyetik alanı olarak tanımlanır. Oluşan bu manyetik alan sayesinde dünyamız dev bir mıknatıs gibi davranmaktadır.

Dünya'nın manyetik alanının dünya üzerindeki etkilerine aşağıdaki örnekler verilebilir.

1.



Uzayda meydana gelen patlamalar sonucu yüklü radyoaktif maddeler dünyanın manyetik alanında saparak kutuplara yönelir. Dünya'nın manyetik alanı adeta bir kalkan görevi görerek Dünya'yı Güneş rüzgârlarından, yüksek enerjili parçacıklardan ve zararlı radyasyondan korumaktadır.



Dünyamızın manyetik alanı, Dünya'da yaşayan canlıların yaşamlarının devamı için büyük bir önem taşımaktadır.

Dünya'nın manyetik alanı, ozon tabakasının da içinde bulunduğu atmosferin üst tabakasının yüklü parçacıklar tarafından sürüklenip atmosferin yok olmasını da engeller.



Kızılgergedan kuşu



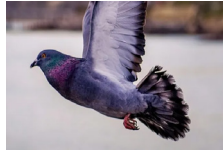
Karetta kareta



Arı



Kral kelebeği



Güvercin



Leylek

Dünyadaki insanlar ve bazı canlı türleri yönlerini bulurken Dünya'nın manyetik alanından yararlanmaktadır. Bazı canlıların vücudunda manyetik alanları algılayan alıcılar bulunmaktadır. Canlılar, bu alıcılar sayesinde yönlerini bulur. Kızılgergedan kuşu, kareta (kaplumbağa), kral kelebeği, leylek, kar kazı, dikenli istakoz, güvercin, arı ve semenderlerin yönlerini Dünya'nın manyetik alanı sayesinde bulduğu kanıtlanmıştır.



Dünya'nın manyetik alanı kutup ışıkları (aurora) adı verilen doğal ışımaların meydana gelmesine neden olur. Aurora, Güneş'ten gelen yüklü parçacıkların Dünya'nın manyetik alanı etkisiyle kutuplara yönelmesi ve atmosferdeki gazlarla etkileşmesi sonucu oluşan ışımaya olaydır.

PUSULA İLE YÖNÜMÜZÜ NASIL BULURUZ?

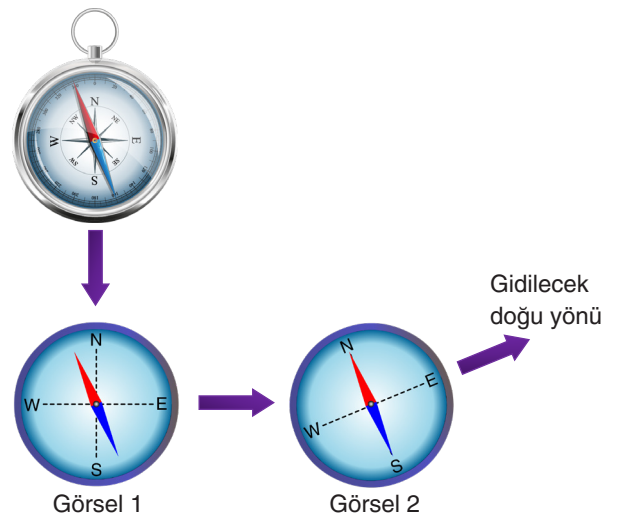
Üzerinde kuzey – güney doğrultusunu gösteren bir mıknatıs iğnesi bulunan ve yön bulmaya yarayan araçlara **pusul**a denir.

Pusulada N (North) kuzey, S (South) güney, E (East) doğu ve W (West) batı yönünü göstermektedir.

Pusula yatay bir zemine konulduğunda pusulanın iğnesi dünyanın manyetik alanına göre Görsel 1'deki gibi yönelmiş olsun.

Bir kişi bulunduğu konumdan doğu yönündeki bir hedefine gitmek isterse pusulanın dışındaki döner kapsül saat yönünün tersine doğru çevirerek pusula iğnesinin kırmızı ucu N (kuzey) kutbunu gösterecek şekilde Görsel 2'deki gibi döndürür. Pusulanın N kutbu ile pusula iğnesinin kırmızı ucu çakıştırıldığında artık coğrafi doğu yönü pusula üzerinde belirlenir ve kişi bu yönde giderek hedefine ulaşır.

Dünya'nın coğrafi eksen (coğrafi kuzey-güney doğrultusu) ile manyetik eksen arasında 11,5°'lik bir açı vardır. Bu açığı **sapma açısı** denir. Sapma açısı nedeniyle pusulayı kullanarak tam olarak coğrafi kuzey kutup noktasına ulaşamaz. Doğru yönü bulabilmek için sapma açısının dikkate alınması gerekir.



BASINÇ KAVRAMI, KATILARDA BASINÇ VE BASINÇ KUVVETİ

BASINÇ

Kuvvetin kaynağı ne olursa olsun birim yüzeye dik olarak etki eden kuvvetin büyüklüğüne **basınç**, bütün yüzeye dik olarak etki eden kuvvete ise **basınç kuvveti** denir.

Basıncın matematiksel modeli,

$$\text{Basınç} = \frac{\text{Kuvvet (F)}}{\text{Yüzey Alanı (S)}}$$

şeklinde yazılır. Basınç kuvvetle doğru, yüzey alanı ile ters orantılıdır.

SI birim sisteminde kuvvet, yüzey alanı ve basınç birimleri,

Kuvvet	Yüzey alanı	Basınç
Newton (N)	Metrekare (m ²)	N/m ² = Pa (Pascal)

olarak kullanılır.

KATILARDA BASINÇ

Katı cisimlerin bulundukları yüzeylere uyguladıkları basınç kuvveti ağırlıklarına eşittir. Aynı katı cismin farklı yer çekim alanlarında farklı ağırlıkları oluşacağından bu ortamlarda bulundukları yüzeye uygulayacakları basınçlar da farklıdır.

Bir katı cismin bulunduğu zeminde farklı taban alanlarına sahip olması durumunda ağırlıkları değişmeyeceği için basınç kuvvetleri de değişmez fakat aynı kuvvet farklı yüzey alanları üzerinde etkili olacağından zemine uyguladığı basınç değişir.

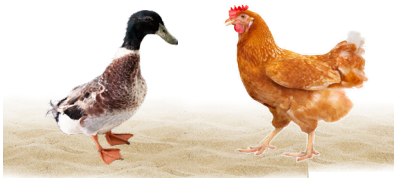


S



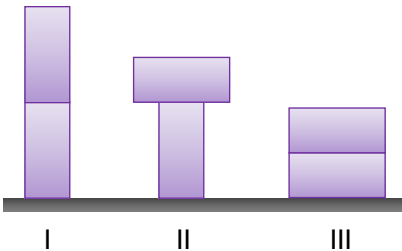
2S

İki ayağı üzerinde duran bir kişi bir ayağını kaldırıp tek ayağı üzerinde durursa ağırlığı değişmediği için basınç kuvveti değişmez fakat basınçla yüzey ters orantılı olduğu için yere uyguladığı basınç artar.



Eşit ağırlıkta ördek ve tavuk bataklıkta, ya da kum üzerinde yürürken, ördek daha az ayak izi bırakır.

Çünkü ördeğin ayakları perdeli olup, yüzey alanı büyük olduğundan zemine uyguladığı basınç daha az olacaktır.



I

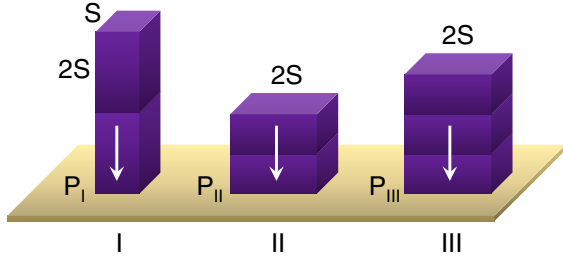
II

III

Ağırlıkları ve boyutları aynı olan tuğlalar üç farklı şekilde yerleştirilmiştir.

Tuğlaların ağırlıkları eşit büyüklükte olduğu için yere uyguladıkları basınç kuvvetleri de eşit olur ancak tuğlaların yere uyguladıkları basınç değerleri; I. ve II. düzeneklerde yere temas eden yüzey alanları eşit olduğu için eşit ama III. düzenekte taban alanı daha büyük olduğu için bu konumdaki tuğlaların yere uyguladıkları basınç daha küçük olacaktır.

Ağırlıklar ve taban alanları farklı olursa basınç nasıl kıyaslanır?

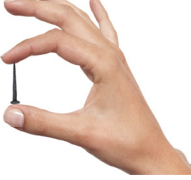


Cisimlerin hem ağırlık hem de taban alanlarının büyüklüğü farklı olursa basınç kıyaslaması her bir konumdaki ağırlık/tabana oranlarına bakılarak yapılmalıdır.

Yandaki düzende G ağırlıklı, S ve 2S taban alanlı özdeş tuğlaların yere yaptıkları basınçlar arasında kıyaslama yapılırsa;

$$P_I = \frac{G+G}{S} = \frac{2G}{S}, \quad P_{II} = \frac{G+G}{2S} = \frac{G}{S}, \quad P_{III} = \frac{G+G+G}{2S} = \frac{3G}{2S}$$

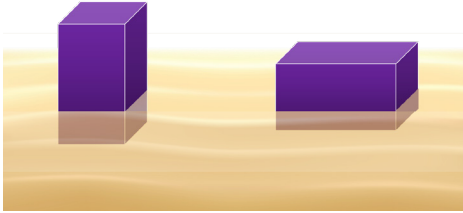
şeklinde basınç ilişkisi oluşur.



Bir çivi elin iki parmağı arasında tutulurken her iki parmağa eşit basınç kuvveti etki eder fakat çivinin sivri (küçük alanlı) ucundan parmağa etki eden basınç, yüzey alanı büyük olan ucunda parmağa etki eden basınca göre daha fazladır. Bu nedenle çivinin sivri ucundaki parmağımıza daha fazla batma etkisi oluşur ve daha fazla acı duyarız.



Aynı ağırlıktaki iki kişiden biri normal ayakkabı ile diğeri geniş tabanlı kar ayakkabısı ile yürürken normal ayakkabı giyen kişi zemine fazla basınç uyguladığı için kara daha çok batır.



Kum üzerine bırakılan aynı ağırlıktaki iki tuğladan hangisinin taban alanı daha küçük ise o kuma daha çok batır.



Eşit büyüklükte kuvvet uygulanarak iki ayrı bıçakla ekmek kesilirken ince yüzeyli (keskin) bıçakla ekmek daha kolay kesilir. (İnce yüzeyli bıçak aynı kuvvetle daha fazla basınç uygular.)



Görsellerdeki araçlar, hareket ettikleri zemine daha az basınç uygulayarak zeminde fazla batmadan hareketlerini sürdürebilmek için geniş tabanlı teker ya da paletler kullanmaktadırlar.

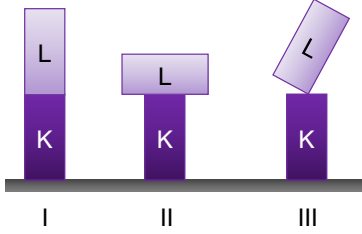
**PÜF NOKTA**

Yumuşak zeminlerde cisimlerin zemine batma miktarını azaltmak için cisimlerin zemine değen kısımlarında ağırlıklarıyla orantılı taban yüzey alanları seçilmelidir.

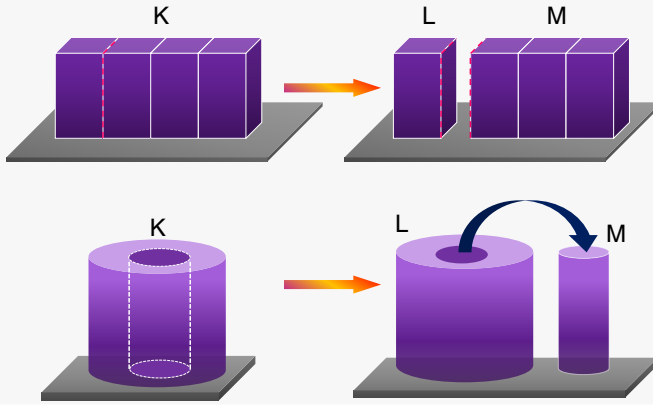
**KRİTİK BİLGİ**

Ağırlıkları eşit olan cisimlerin yatay zeminde yere uygulayacağı basınç kuvvetleri her durumda eşit olur.

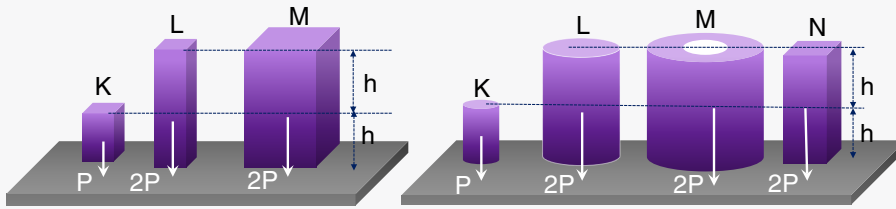
Katılar kuvveti kendi doğrultusunda aynen iletirler.



K tuğlası üzerine bir L tuğlası üç farklı şekilde yerleştirildiğinde K tuğlası, üzerindeki L tuğlasının ağırlığını aynı şekilde tabana iletir ve tabana etkiyen basınç kuvveti her konumda aynı büyüklükte olur, tabandaki basınçlar da birbirine eşit olur.

**DİKKAT**

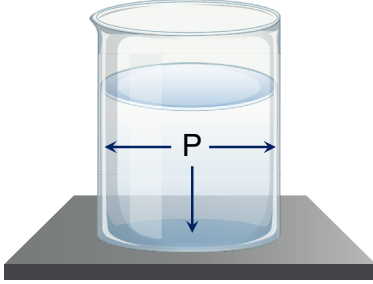
Kenarları yere dik yükselen homojen, düzgün prizmalar (K), şekildeki gibi yine kenarları yere dik olacak şekilde farklı kalınlıklarda iki ya da daha çok parçaya da ayrılrsa (L ve M) cismin her parçasının yere yapacağı basınç cismin ilk konumda yere yapacağı basınca eşittir.

**DİKKAT**

Aynı maddeden yapılmış düzgün prizmalarda cisimlerin bulundukları zemine yapacağı basınç, prizmanın yüksekliği ile doğru orantılıdır.

DURGUN SIVILARDA BASINÇ VE BASINÇ KUVVETİ, PASCAL PRENSİBİ

SIVILARDA BASINÇ NELERE BAĞLIDIR?



Sıvılar ağırlığı nedeniyle kabın tabanına ve kap içerisinde dokunduğu her yüzeye bir basınç uygular.

Kabın içerisindeki sıvının kabın herhangi bir noktasına uyguladığı basınç;

$$P = h \cdot d \cdot g \quad \text{bağıntısıyla bulunur.}$$

SI birim sisteminde,

h: Sıvı yüzeyinden derinlik (metre)

d: sıvının özkütlesi (kg/m^3)

g: yerçekim ivmesi (m/s^2)

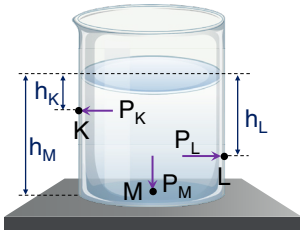
alınırsa basınç birimi Pascal (Pa) olur.



HATIRLAYALIM

Katılar ağırlıkları sebebiyle bulundurdıkları yüzeylere, sıvılar yine ağırlıkları sebebiyle içinde bulundukları kabın taban ve yan yüzeylerine, gazlar da hem ağırlıkları hem de gaz moleküllerinin hareketleri sırasında çeperlere çarpmaları sebebiyle kendilerini sınırlayan yüzeylere kuvvet uygularlar.

Kuvvetin kaynağı ne olursa olsun birim yüzeye dik olarak etki eden kuvvetin büyüklüğüne basınç, bütün yüzeye dik olarak etki eden kuvvete ise basınç kuvveti denir.



Şekildeki kapta bulunan sıvının kabın içindeki K, L ve M noktalarında kaba uygulayacağı basınçlar;

$$P_K = h_K \cdot d \cdot g$$

$$P_L = h_L \cdot d \cdot g$$

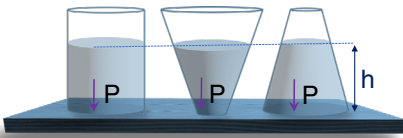
$$P_M = h_M \cdot d \cdot g$$

şeklinde yazılır ve aralarında $P_M > P_L > P_K$ ilişkisi olur.



DİKKAT

Sıvı basıncı, sıvının açık yüzeyinden derinlere inildikçe artar.



Görsel 1

Bir sıvının bulunduğu kapta kabın herhangi bir noktasına yapacağı basınç kabın şekline, kap içindeki sıvının kütlesine bağlı değildir.

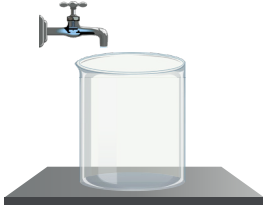
Görsel 1'deki kaplarda eşit yükseklikte, aynı cins, aynı sıcaklıkta sıvı varsa bu sıvıların kap tabanında ya da açık yüzeylerinden eşit derinlikte herhangi bir noktada oluşturdıkları sıvı basınçları eşittir.



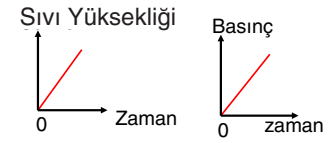
PÜF NOKTA

Sıvı basıncı, kabın şekline, biçimine ve sıvı miktarına bağlı değildir.

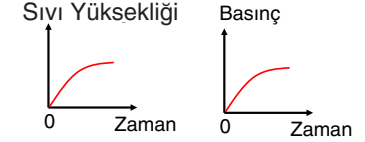
Birim zamanda eşit miktarda eşit kütlede sıvı akıtan musluklar şekildeki I, II ve III nolu kapları doldururken her bir kaba do-
lan sıvı yüksekliklerinin ve sıvıların kapların tabanında oluşturacağı basınçların, zamana göre değişim grafikleri verilmiştir.



Kabın kenarları düzgün yükseldiği için sıvı yük-
sekliği ve tabandaki sıvı basıncı zamana göre
düzgün bir şekilde artar.



Kabın kenarları tabandan yukarı doğru genişle-
diği için eşit sürelerde kaptaki sıvı daha az yük-
selerek kaptaki sıvı yüksekliği ile tabandaki sıvı
basıncı zamana göre şekildeki gibi artar.



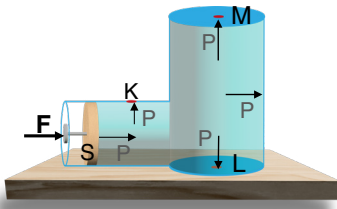
Kabın kenarları tabandan yukarı doğru daraldığı
için eşit sürelerde kaptaki sıvı daha fazla yükse-
lerek kaptaki su yüksekliği ile tabandaki su ba-
sıncı zamana göre şekildeki gibi artar.



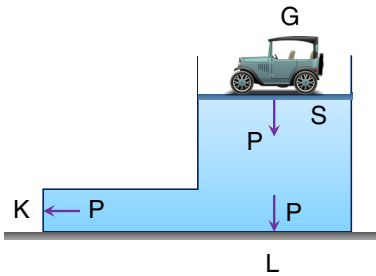
PASCAL PRENSİBİ

Sıvılar üzerlerine uygulanan basıncı, bulunduğu kabın tüm noktalarına büyüklüğünü değiştirmeden dik olarak iletir. Bu ifade **Pascal Prensibi** olarak bilinir.

Bileşik kap sistemleri ve su cendereleri Pascal Prensibine göre çalışır.



Şekildeki kabın S pistonu üzerine uygulanan F kuvvetinin sıvı üzerine uygula-
dığı P basıncı kabın içerisindeki K, L, M ve N noktalarına sıvı tarafından aynı
P büyüklüğünde iletilir.



Şekildeki G ağırlıklı arabanın kesit alanı S olan pistonda oluşturduğu basınç
(P), sıvı tarafından K ve L yüzeylerine aynen iletilir.



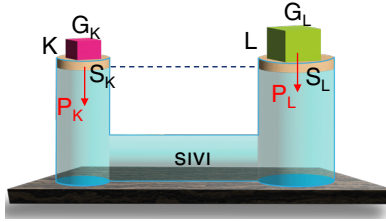
DİKKAT

Arabanın oluşturduğu basınç sıvı içerisindeki her noktaya aynen iletilmesine rağmen sıvı içerisindeki her noktadaki toplam sıvı basıncı farklı olabilir, sıvı basıncının derinle-
re inildikçe artacağını unutmayalım.

SU CENDERESİ

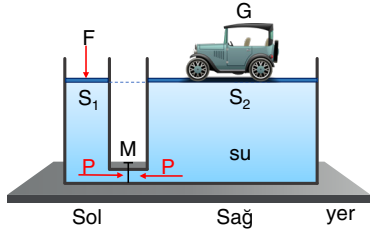
Büyük ağırlıkları küçük kuvvetlerle kaldırabilmek amacıyla kullanılan kesitleri farklı içi su dolu iki kolu bulunan kaplara su cenderesi denir.

Su cendereleri basınç iletimi (Pascal Prensibi) ilkesine göre çalışır.

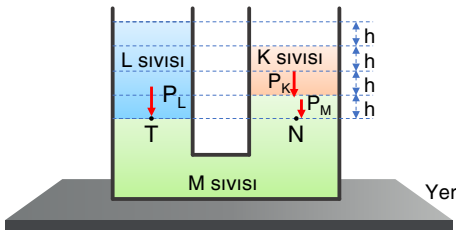


Bileşik kabın üzerindeki K ve L cisimleri ağırlıkları ihmal edilen S_K ve S_L kesit alanlı pistonlara uyguladıkları basınçlar etkisince dengede kalabilirler.

$P_K = P_L$ olması durumunda sistemdeki cisimler şekildeki gibi dengede kalabilir.



M musluğu açıldığında pistonlar aynı seviyede dengede ise iki tarafta basınç eşitliği olmalıdır.

BİLEŞİK KAPLAR

Bir bileşik kaptaki d_K , d_L ve d_M özkütleli sıvılar şekildeki gibi dengede kalabilirler.

Kabın tabanından aynı yükseklikteki T ve N noktalarının üzerindeki sıvıların bu noktalara uyguladıkları basınçlar eşit olursa şekildeki denge görünümü sağlanabilir.

- T noktasının üzerindeki 4h yüksekliğindeki L sıvısının yaptığı basınç $P_L = 4h \cdot d_L \cdot g$,

- N noktasının üzerindeki 2h yüksekliğindeki K sıvısının yaptığı basınç $P_K = 2h \cdot d_K \cdot g$
- h yüksekliğindeki M sıvısının yaptığı basınç $h \cdot d_M \cdot g$ toplanarak $P_N = P_K + P_M = 3h \cdot d_K \cdot g + h \cdot d_M \cdot g$ olur.

Şekildeki dengenin sağlanması için basınç eşitliği;

$$P_T = P_N$$

$$4h \cdot d_L \cdot g = 3h \cdot d_K \cdot g + h \cdot d_M \cdot g$$

şeklinde yazılabilir.

Pascal Prensibi ile çalışan bazı makine sistemleri

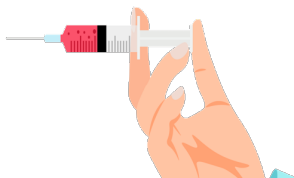
Araç kaldırma vinci



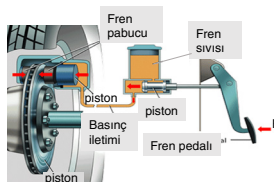
Eşya kaldırma vinci



Yük kaldırma vinci



Şırınga



Araç fren sistemi



Damperli kamyon

BASINÇ KUVVETİ

İçinde sıvı bulunan kabın, sıvının ağırlığı nedeniyle yüzeylere uyguladığı dik kuvvete **basınç kuvveti** denir.

Bu kuvvet; $F = h \cdot d \cdot g \cdot S$

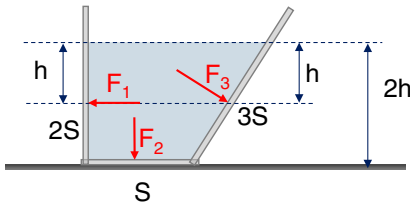
bağıntısı ile belirlenir.

h: Yüzeyin geometrik orta noktasının sıvı yüzeyine uzaklığı

d: sıvının yoğunluğu

g: yerçekim ivmesi

S: İncelenen yüzeyin alan büyüklüğü

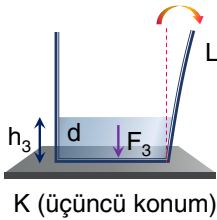
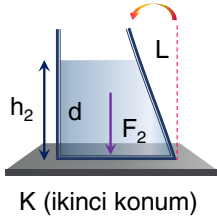
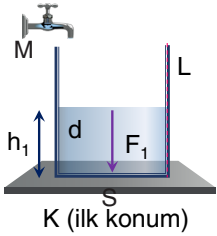


Kesiti şekildeki gibi olan kaptaki bulunan d özkütleli sıvının kabın S alanlı tabanına, 2S ve 3S yüzey alanlı yan yüzeylerine uyguladığı sıvı basınç kuvvetleri,

$$F_1 = h \cdot d \cdot g \cdot 2S = 2h \cdot d \cdot g \cdot S = F \text{ ise}$$

$$F_2 = 2h \cdot d \cdot g \cdot S = F$$

$$F_3 = h \cdot d \cdot g \cdot 3S = \frac{3F}{2} \text{ olur.}$$



Kesiti düzgün bir kaba M musluğundan V hacimli, $G_{\text{sıvı}}$ ağırlığında sıvı döküldüğünde kaptaki oluşan sıvının yüksekliği h olurken kabın S kesit alanlı tabanına etki eden sıvının basınç kuvveti,

$$F_1 = h_1 \cdot d \cdot g \cdot S = G_{\text{sıvı}} \text{ olur.}$$

Kabın L kenarı hareketli olup saat yönünün tersine bir miktar döndürülürse kaptaki sıvının yüksekliği artar ve yüksekliği h_2 olurken tabandaki basınç kuvveti,

$$F_2 = h_2 \cdot d \cdot g \cdot S > G_{\text{sıvı}} \text{ olur.}$$

Kabın L kenarı saat yönünde bir miktar döndürülürse kaptaki sıvının yüksekliği azalır ve yüksekliği h_3 olurken tabandaki basınç kuvveti de,

$$F_3 = h_3 \cdot d \cdot g \cdot S < G_{\text{sıvı}} \text{ olur.}$$



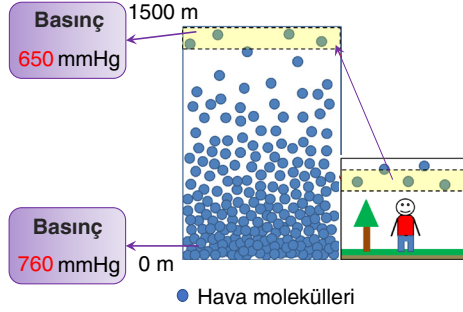
DİKKAT

- Kesiti düzgün kaplardaki sıvının kabın tabanında oluşturduğu basınç kuvveti sıvının ağırlığına eşit olur.
- Kesiti tabandan yukarı daralan kaplardaki sıvının kabın tabanında oluşturduğu basınç kuvveti sıvının ağırlığından büyük olur.
- Kesiti tabandan yukarı doğru genişleyen kaplardaki sıvının kabın tabanında oluşturduğu basınç kuvveti sıvının ağırlığından küçük olur.

GAZ BASINCI, ATMOSFER BASINCI VE BASINÇ ÖLÇEN ALETLER

GAZ BASINCI

Dünyayı saran atmosfer tabakası bir gaz karışımı olup ağırlığı nedeniyle dünya üzerindeki ve içerisindeki cisimlere bir basınç uygular. Buna **açık hava basıncı** denir.



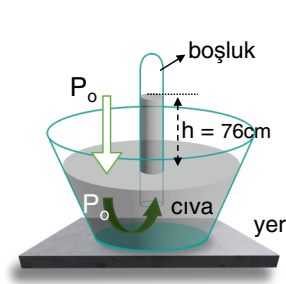
Atmosferdeki gazların yoğunluğu yeryüzünden yukarı çıkıldıkça azaldığı için deniz seviyesinden yükseklerle çıkıldıkça açık hava basıncı da azalır.

Yer seviyesinden serbest bırakılan esnek bir uçan balonun hacmi balon yükseldikçe büyür. Bu durum açık hava basıncının yerden yükseldikçe azaldığını gösteren bir deney olup balon çevresindeki açık hava basıncı azaldığı için esnek yapıllı balon içindeki gazın basıncı da buna uyumlu olarak azalır ve balonun hacmi büyür.

Açık hava basıncının değeri Torriçelli deneyi ile ölçülebilir.

TORRİCELLİ DENEYİ

Deniz seviyesinde ve 0 °C sıcaklıkta açık hava basıncı 76 cm-Hg yada 760 mm-Hg dir. Bu basınca 1 atm (1 atmosfer) basıncı da denir.



Deniz seviyesinde, 0 °C'de yapılan deneyde, uzunluğu 76 cm'den daha uzun deney tüpü tamamen cıva doldurulup cıva dökülmeden tüp ters çevrilerek yine cıva dolu kaba şeklindeki gibi yerleştirildiğinde, tamamen cıva (Hg) dolu tüpte seviye bir miktar düşmekte ve 76 cm yüksekliğinde dengede durmaktadır.

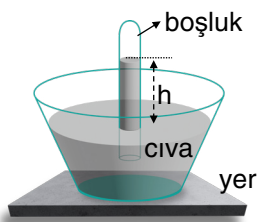
Cıvanın tüpte daha fazla düşmemesinin sebebi çevredeki açık hava basıncının (P_0) kaptaki cıvaya etki etmesi ve kaptaki cıvanın da bu basıncı tüplerin içine iletmesidir.

Denge oluştuğunda çevredeki açık hava basıncının (P_0) büyüklüğünün, 76 cm yüksekliğindeki cıva sütununun yaptığı basınca eşit olduğu anlaşılır. Bu deney düzeneğine **barometre** denir.



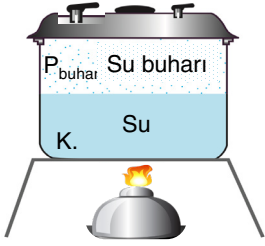
KRİTİK BİLGİ

- Barometredeki sıvı yüksekliği borunun cinsine, yarıçapına, duruşuna ve şekline bağlı değildir.
- Barometredeki cıva yüksekliği deneyde kullanılan sıvının cinsine, ortam sıcaklığına ve deneyin yapıldığı yerin deniz seviyesinden yüksekliğine bağlı olarak değişir.



Deneyde özkütlesi küçük sıvı kullanmak deneyde ölçülen sıvı yüksekliğini artırır.

KAPALI KAP İÇERİSİNDEKİ GAZLARIN BASINCI



Kapalı bir kap içerisine konulan gaz, kap içerisinde sürekli hareket halinde olup kap çeperlerine çarparak basınç oluştururlar.

Aynı sürede birim yüzeye çarpan molekül sayısı artarsa gazın basıncı da artar.

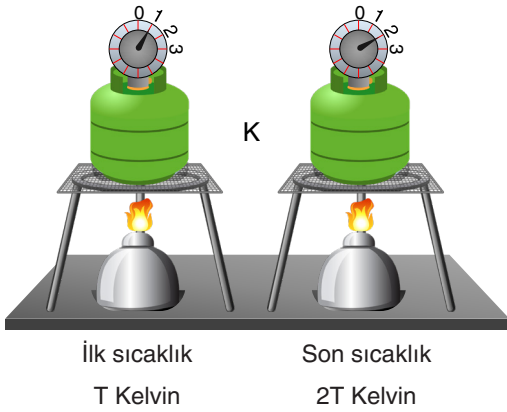
Kapalı kaptaki ideal kabul edilen gazların basıncı;

- Gazın hacmine
- Sıcaklığına
- Molekül sayısına (gazın madde miktarına) bağlıdır.

Kapalı bir kaptaki gazların basıncı **manometre** adı verilen düzeneklerle ölçülür.

Kapalı bir kaptaki gaz basıncını etkileyen faktörleri birer etkinlikte görelim:

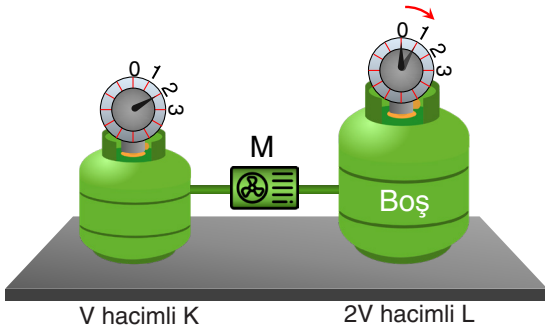
1.



Kapalı bir K kabındaki gazın sıcaklığı T Kelvin sıcaklığında iken basıncı 1 atm olsun. Kaptaki gazın hacmi ve molekül sayısı sabit kalarak sıcaklığı $2T$ Kelvin sıcaklığına çıkarılırsa moleküllerinin hızı artarak kap çeperlerine uyguladığı basınç 2 atm olur.

Kapalı bir kaptaki gazın basıncı sıcaklığı ile doğru orantılıdır.

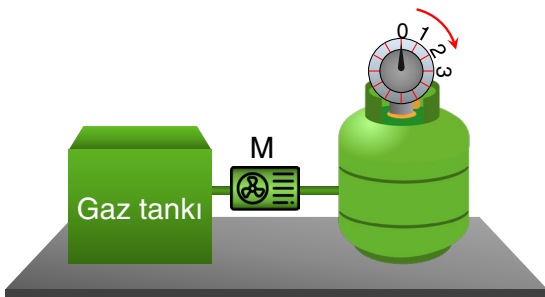
2.



V hacimli K kabındaki gazın bu kaptaki basıncı 2 atm olsun. Kaptaki gazın sıcaklığı sabit kalmak şartıyla M pompası yardımıyla bu gazın tamamı $2V$ hacimli boş durumdaki L kabına aktarılırsa birim yüzeye birim zamanda çarpan molekül sayısı azalacağından bu kaptaki gaz basıncı 1 atm olur.

Kapalı bir kaptaki gazın basıncı, hacmiyle ters orantılıdır.

3.



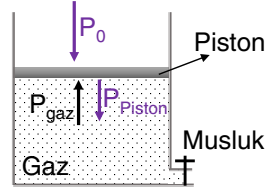
Gaz tankından M pompası yardımıyla n sayıda gaz molekülü boş K kabına aktarıldığında K kabında gaz basıncı 1 atm olsun. M pompası n sayıda gaz molekülü aktararak K kabındaki gaz molekül sayısını $2n$ yaparsa kaptaki gaz basıncı 2 atm olur.

Kapalı bir kaptaki gazın basıncı gaz molekül sayısı ile doğru orantılıdır.

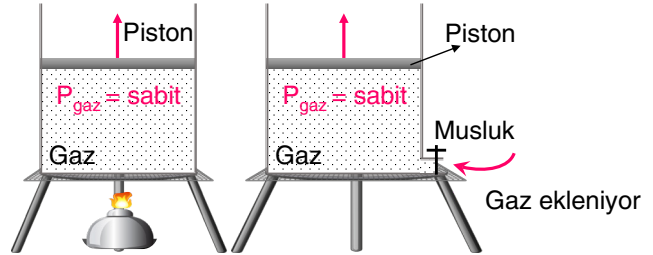
Sürtünmesi önemsiz, sızdırmaz ve hareketli pistonla kapatılmış bir kaptaki gazın basıncı (P_{gaz}), pistonun ağırlığından dolayı oluşan basınç ile açık hava basıncının toplamına ($P_{\text{piston}} + P_0$) eşittir.

$$P_{\text{gaz}} = P_{\text{piston}} + P_0$$

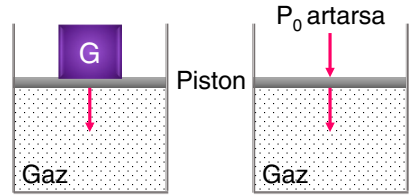
Gazın bu durumda basıncı açık hava basıncı ile piston ağırlığının oluşturduğu basınca bağlıdır.



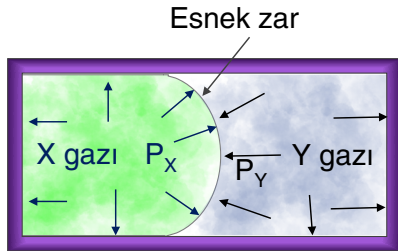
Kaptaki gazın sıcaklığı artırılırsa veya kaba bir miktar daha gaz ilave edilirse iç basıncı artacağı için piston ok yönünde hareket ederek iç basıncı tekrar ilk değerine düşürür. Gazın sıcaklığının değişmesi ya da kaptaki gaza gaz eklenmesi gazın basıncını etkilemez.



Kaptaki pistonun üzerine bir ağırlık konulduğunda ya da ortamdaki açık hava basıncı artırılırsa gazın üzerine etki eden toplam basınç artar ve piston aşağı doğru hareket ederek gazın hacmini küçültür, gazın basıncını artırır.



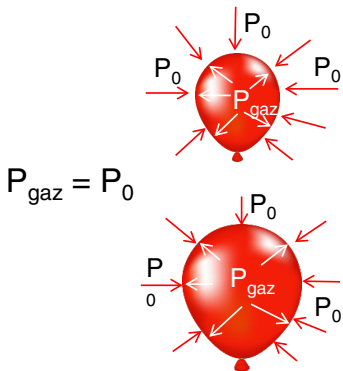
ESNEK YAPILI SİSTEMDE GAZ BASINCI



$$P_X = P_Y$$

Kapalı bir kaptaki esneyebilen sızdırmaz esnek zar ile ayrılmış X ve Y gazlarının basınçları eşitlenecek şekilde zar esneyerek dengeye gelir.

Bu denge hali de $P_X = P_Y$ şeklinde yazılabilir.



Bir balonun esneklik direnci ihmal edilirse, esnek yapılu balon içindeki gazın basıncı balonun dış yüzeyine etki eden açık hava basıncı ile dengelenmektedir.

Bu denge hali, $P_{\text{gaz}} = P_0$ olarak yazılabilir.

Bu balonun,

- İçine gaz ilave edilirse
- Balonun sıcaklığı artırılırsa

balonun hacmi büyür, balon içindeki gazın basıncı değişmez, yine açık hava basıncına eşit olur.

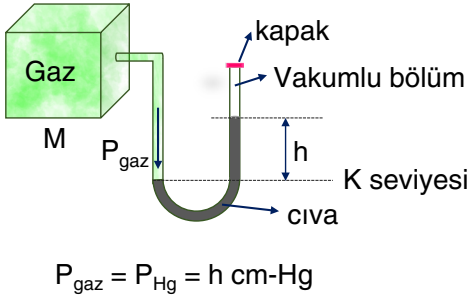


KRİTİK BİLGİ

Esnek balon içindeki gazın basıncının değişmesi için çevresindeki açık hava basıncının değişmesi gerekir.

MANOMETRE

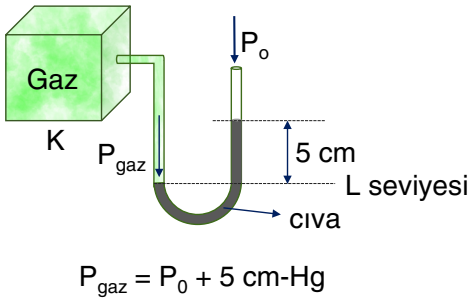
a) Kapalı uçlu manometreler:



M kabında bulunan gaz, K seviyesindeki cıvaya P_{gaz} basıncını uygulamaktadır. Cıva denge durumunda olduğuna göre sol koldaki gaz basıncını aynı K seviyesindeki cıvaya sağ koldaki h cm yüksekliğindeki cıvanın uyguladığı basınç dengeler.

Bu durumda gaz basıncı h cm-Hg basıncına eşittir diyebiliriz.

b) Açık Uçlu Manometreler



Açık hava basıncı P_0 olmak üzere K kabındaki gaz açık uçlu bir manometrede şekildeki gibi dengelenirse K kabındaki gazın basıncı,

$$P_{\text{gaz}} = P_0 + 5 \text{ cm-Hg}$$

şeklinde yazılır.

Deneyin yapıldığı yerde açık hava basıncı $P_0 = 70 \text{ cm-Hg}$ ise bu durumda $P_{\text{gaz}} = 70 \text{ cm-Hg} + 5 \text{ cm-Hg} = 75 \text{ cm-Hg}$ olur.

Altimetre



Uçak altimetresi

Deniz seviyesine göre yüksekliği gösteren, bir çeşit barometre olan aletlere **altimetre** denir. Altimetreler bulundukları ortamın açık hava basıncı ile deniz seviyesindeki açık hava basıncını kıyaslayarak yüksekliği gösterirler.

Dağcılar ve pilotlar çoğunlukla altimetre kullanarak bulundukları noktaların deniz seviyesinden olan yüksekliğini görürler.



Dağcı altimetre saati

Batimetre



Su altında kullanılabilen batimetre saati

Basınç değişiminden yararlanarak suyun derinliğini ölçen aletlere **batimetre** denir.

Denizaltıların bulundukları derinlik batimetre ile belirlenir.

Batimetre'ler basınç farklılığı ilkesi ile çalışırlar ve çoğunlukla dalgıçlar ve su altı çalışmaları yapan kişiler tarafından kullanılır.



NOT

Denizin derinlerdeki bir dalgıç, deniz yüzeyine doğru hızla çıkarken su basıncı azaldığından kanda çözünmüş olan azot, gaz hâline geçerek damarlarının içerisinde baloncuklar oluşturur. Bunun sonucunda akciğerlerde yırtılma, beynin oksijensiz kalması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkar.

Buna vurgun yeme denir. Bu nedenle dalgıçlar vurgun yememek için yüzeye yavaşça çıkarlar ve belirli yüksekliklerde bekleyerek vücutlarının yeni basınç alanlarına sorunsuz şekilde uyumunu sağlamaya çalışırlar.

Basınç maddelerin hal değıştirme sıcaklıklarını nasıl etkiler?

Basınç bazı katı maddelerin erimesini kolaylaştırırken bazı maddelerin de erimesini zorlaştırır.

Basınç artışı erirken hacmi büyüyen katı maddelerin (demir, bakır, gümüş gibi) erimesini zorlaştırıp erime sıcaklığını yükselirken, erirken hacmi küçülen (bizmut, antimon ve buz gibi) maddelerde ise erimeyi kolaylaştırıp erime sıcaklığını düşürür.

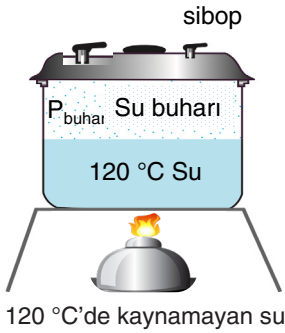


Baharda erimeyen kar

Bu nedenlerle buz yüksek basınç altında $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında da eriyebilir. Kışın kar üzerinde yürürken ayak bastığımız yüzeylerde ya da kar topunu avucumuzda sıkarken karın eridiğini görmemiz mümkündür. Ya da bahar aylarında yüksek dağ tepelerinde açık hava basıncı düşük olduğu için hala erimeyen karların olduğu görülebilir.



Ayakkabı altında eriyen kar



120 °C'de kaynamayan su

Basınç sıvıların kaynama sıcaklığını da etkiler. Su, deniz seviyesinde $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de kaynarken deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça açık hava basıncı azaldığından kaynama sıcaklığı düşer ve su deniz seviyesine göre daha çabuk kaynamaya başlar.

Bir düdüklü tencerede oluşan buhar basıncı ile sıvı üzerindeki basıncı artırırken suyun kaynama sıcaklığı da artar. Su $120 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ gibi sıcaklıklara çıkarak ancak kaynama durumuna geçer.

AKIŞKAN BASINCI (BERNOULLİ İLKESİ)

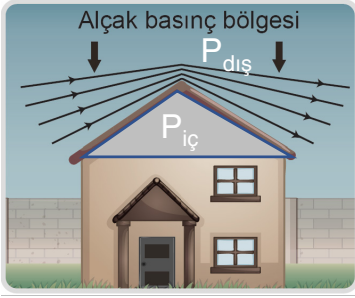
AKIŞKANLAR ÇEVRELERİNE BASINÇ UYGULAR MI?

Hareket hâlindeki gazların ve sıvıların oluşturduğu basınç durgun sıvıların basıncından farklı özellikler gösterir.

Hareket hâlindeki gazların ve sıvıların oluşturduğu basınca **akışkan basıncı** denir.

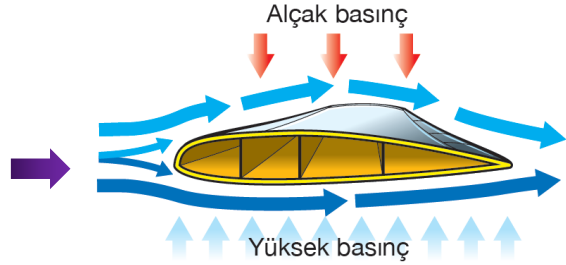
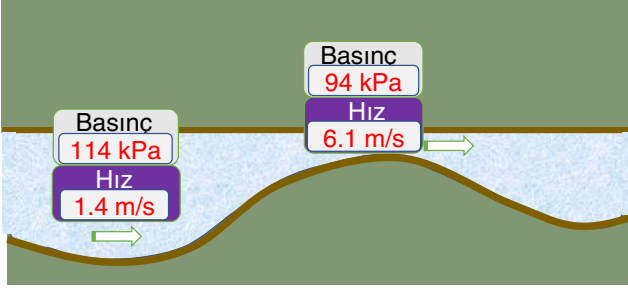
BERNOULLİ İLKESİ

“Akışkanların süratinin arttığı yerde basıncı düşer.” şeklinde ifade edilen tanımlama fizikte Bernoulli İlkesi olarak bilinir. Bu ilke akışkan hareketinin düzenli olduğu durumlar için geçerlidir.



Çok yüksek süratte hava akımının olduğu ortamda (fırtınalı havalarda) evlerin, fabrikaların, spor salonlarının çatılarının bulundukları yerden yükseldiğini çoğu zaman duymuş ya da görmüşüzdür.

Çatıların üzerinden ve duvarların yüzeylerinden geçen havanın sürati artar. Bernoulli İlkesi'ne göre çatılara ve duvarların yüzeyine etki eden açık hava basıncı ($P_{dış}$) azalır. Çatı boşluğundaki hava basıncının ($P_{iç}$), çatı üzerindeki basınçtan büyük olması durumunda ise çatılar yerinden çıkıp uçabilir.



Yukarıdaki görselde yer altındaki bir su kanalında akan suyun bulunduğu bazı noktalarda sürat ve aynı noktadaki suyun çepere yaptığı basınç ölçümleri görülmektedir.

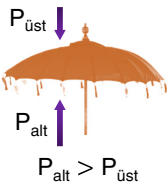
Görseldeki ölçümlerden suyun aktığı kanalın kesit alanının küçüldüğü bölgede suyun akış hızının daha büyük olmasına karşın suyun çepere yaptığı basıncın daha küçük olduğu görülmektedir.

Uçak kanatlarının yapısına bakılırsa yine kanatların üst yüzeylerinde havanın daha süratli akması nedeniyle kanatların üst ve alt yüzeylerinde oluşan basınç farkı tonlarca ağırlıktaki uçağın havada yükselmesini sağlar.

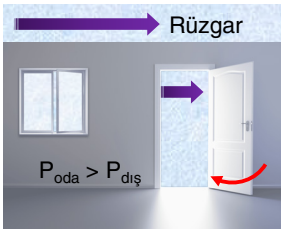


DİKKAT

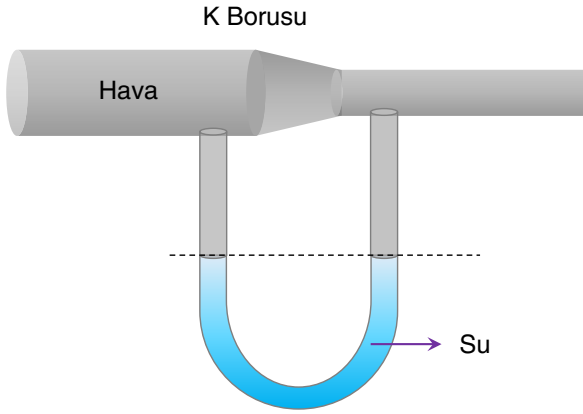
Akışkanların süratinin arttığı bölgelerde çevresine yaptığı basınç azalır.



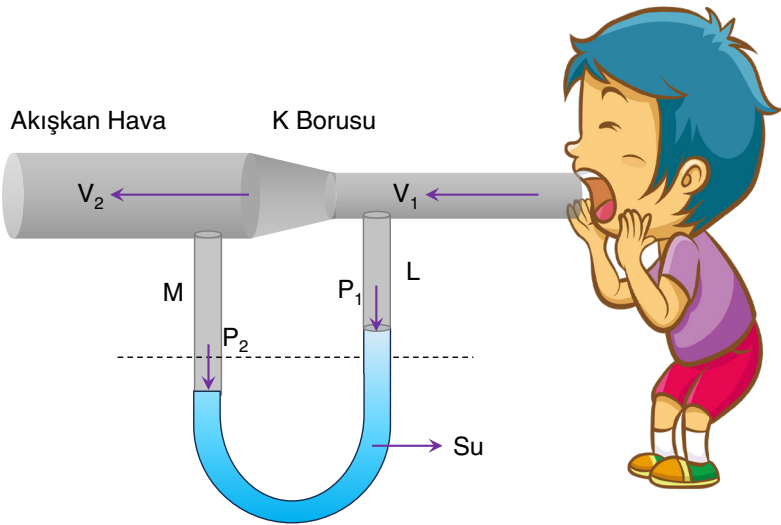
Şemsiye üzerinden geçen havanın süratinin artması, şemsiyenin üst kısmındaki basıncın azalmasına sebep olur. Şemsiyenin üst tarafındaki hava basıncı, şemsiyenin alt kısmındaki basınçtan küçük olduğu için şemsiyenin uçları yukarı doğru döner.



Binaların içindeki durgun havanın basıncı, dışarıdaki hareketli havadan dolayı açık havanın basıncından büyük olur. Bunun sonucunda binaların kapı ve pencereleri sertçe kapandığı görülebilir.



K borusundaki hava durgun iken U borusundaki su her iki kolda eşit seviyededir.



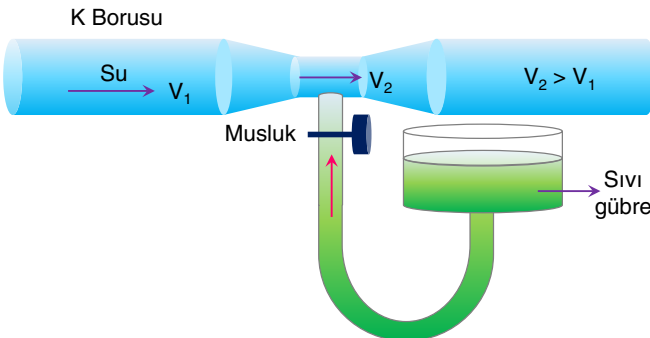
K borusunun bir ucundan hızlıca üfle-nirse K borusundaki hava, dar boruda daha hızlı, geniş boruda daha yavaş hareket eder ($V_1 > V_2$) ve U borusunun içinde akışkan hızının fazla olduğu taraftaki L borusunun içine ekti eden hava basıncı (P_1), M kolundan su üzerine etki eden hava basıncından (P_2) daha küçük ($P_1 < P_2$) olur.

Bu nedenle U borusundaki su L borusunda yükselir, M borusunda düşer.



DİKKAT

Akışkan sıvıların bulundukları kap içinde kabın çeperlerine yaptığı basınç durgun sıvıların kap çeperlerine uyguladıkları basınç özellikleri ile açıklanamaz.



K borusundan su iletimi yapılırken kesitin daraldığı bölgeye U borusu yardımıyla sıvı dolu bir tank bağlanmıştır. İstenildiği zaman musluk açılarak sıvı gübrenin U borusunda ok yönünde yükselmesi ve suya karışması sağlanır. Bu olayda da Bernolli ilkesine uygun durum gerçekleşmektedir. K borusunun dar kesitinden geçen suyun hızı artar ve U borusu içine uyguladığı basınç azalır. Bu sırada musluk da açılırsa U borusundaki sıvı düşük basınçlı suya doğru hareket eder.

KALDIRMA KUVVETİ



HATIRLAYALIM

Bir kap içinde bulunan sıvı ağırlığı nedeniyle kap yüzeylerine uyguladığı dik kuvvete basınç kuvveti denir. Bu kuvvet;

$$F = h \cdot d \cdot g \cdot S$$

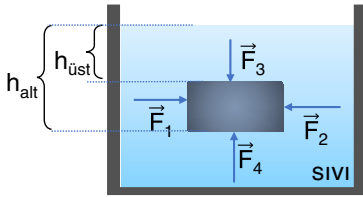
bağıntısı ile belirlenir.

h: Yüzeyin geometrik orta noktasının sıvı yüzeyine uzaklığı

d: sıvının yoğunluğu

g: yerçekim ivmesi

S: İncelenen yüzeyin alan büyüklüğü



Sıvı içine bırakılan bir cisme sıvı tarafından cismin yüzeylerine şekildeki gibi ortalama basınç kuvvetleri etki eder. Sıvı tarafından cisme uygulanan bu dört kuvvetin bileşkesi de cisme etki eden kaldırma kuvvetini verir.

Cisim üzerindeki $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri, zıt yönlü ve birbirine eşit büyüklükte olduğundan bileşkesi sıfır olur.

Cismin üst ve alt yüzeylerine etki eden sıvı basınç kuvvetleri de

$F = h \cdot d \cdot g \cdot S$ bağıntısına göre $h_{alt} > h_{üst}$ olduğu için $\vec{F}_4$ kuvvetinin büyüklüğü, $\vec{F}_3$ kuvvetinin büyüklüğünden fazla olur.

Bu iki kuvvetin bileşkesi de $F_4 - F_3$ büyüklüğünde olup yukarı yönlü bir kuvvettir.

İşte bu kuvvete sıvı tarafından cisme uygulanan **kaldırma kuvveti** denir.

Kaldırma kuvveti,

$$F_k = V_b \cdot d_s \cdot g$$

bağıntısıyla bulunur.

V_b : Cismin sıvı içindeki hacmi

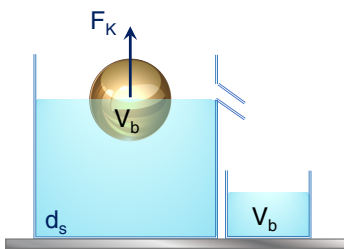
d_s : Sıvının özkütlesi

g : Yer çekim ivmesi

Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü, cismin sıvı içindeki hacmi, sıvının özkütlesi ve yer çekimi ivmesiyle doğru orantılıdır.

Arşimet Prensibi

Sıvıya bırakılan bir cisme etki eden kaldırma kuvveti bu cisim tarafından yeri değiştirilen sıvının ağırlığıyla aynı büyüklüktedir.



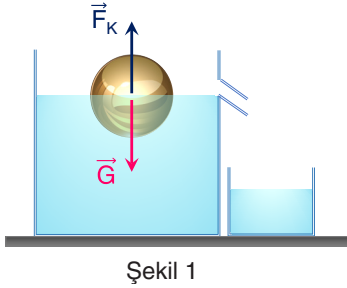
Taşma seviyesine kadar sıvı dolu kaba bir top bırakıldığında sıvıda şekildeki gibi dengede kalsın. Topun sıvı içindeki hacmi V_b olup kaptan dışarıya yine V_b hacminde sıvı taşır.

Sıvının topa uyguladığı kaldırma kuvveti, taşan sıvının ağırlığına eşittir.

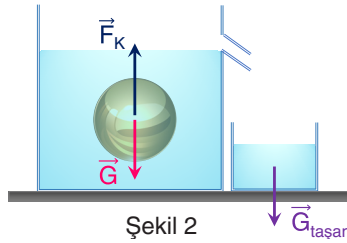


PÜF NOKTA

Taşma seviyesindeki kaptaki bulunan sıvıya bırakılan bütün cisimler (ne şekilde dengede kalırlarsa kalsın) sıvı içindeki hacimleri kadar hacimde sıvıyı kaptan dışarı taşırlar. Sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvveti cismin sıvı içindeki denge görüntüsünden bağımsız olarak taşan sıvının ağırlığına eşittir.



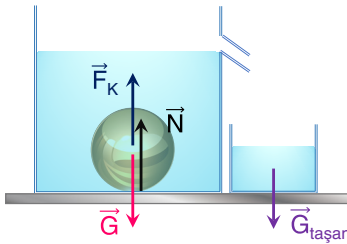
Şekil 1



Şekil 2

Bir cisim, taşma seviyesine kadar sıvı dolu kaba bırakıldığı sıvıda batmadan Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibi dengede kalıyorsa sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığına eşittir.

$$F_k = G_{\text{cisim}} = G_{\text{taşan}}$$



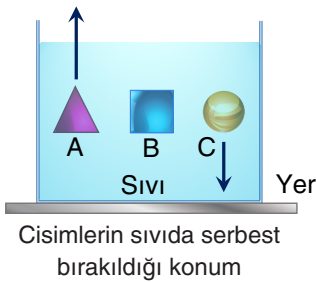
Bir cisim taşma seviyesine kadar sıvı dolu kaba bırakıldığı sıvıda batarak dengede kalıyorsa sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığından küçük olup cisme tabandan yukarı yönlü bir tepki kuvveti ($\vec{N}$) oluşur.

Arşimet prensibine göre kaldırma kuvvetinin büyüklüğü aynı zamanda yerini değiştirdiği sıvının (taşan sıvı) ağırlığına da eşittir.

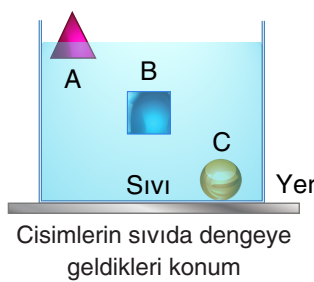
$$F_k + N = G_{\text{cisim}}$$

$$G_{\text{taşan}} + N = G_{\text{cisim}}$$

CİSİMLERİN BİR SIVI İÇİNDEKİ DENGİ DURUMLARI



Cisimlerin sıvıda serbest bırakıldığı konum



Cisimlerin sıvıda dengeye geldikleri konum

Sıvı içerisine bırakılan A, B ve C cisimleri özkütlelerine bağlı olarak üç farklı durumda dengeye gelebilir.

A cisminin özkütlesi sıvının özkütlesinden küçükse cisim sıvı içinde bırakıldığı konumdan yükselir ve cisim yüzer durumda dengede kalır.

B cisminin özkütlesi sıvının özkütlesine eşit ise sıvı içinde bırakıldığı konumda (askıda) kalır.

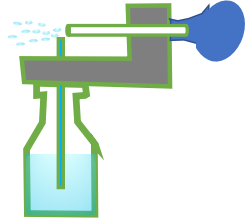
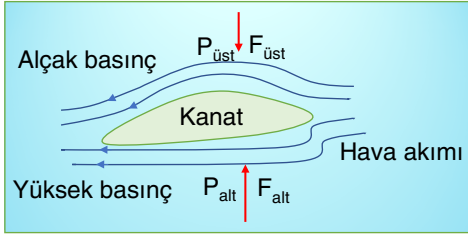
C cisminin özkütlesi sıvının özkütlesinden büyük ise sıvı içinde bırakıldığı konumdan kabın tabanına doğru hareket eder ve kabın tabanına değerek dengede kalır.



DİKKAT

Sıvı içerisinde A cismi gibi yüzen ve B cismi gibi askıda kalan cisimlerde; sıvının kaldırma kuvveti cisimlerin ağırlığının eşit iken, C cismi gibi sıvıda batan cisimlere etki eden kaldırma kuvveti cismin ağırlığından küçüktür.

KALDIRMA KUVVETİNİN GÜNLÜK HAYATTAKİ YERİ

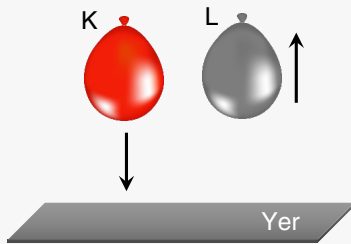


Bernoulli İlkesi'ne göre rüzgârlı havalarda hızı artan havanın basıncı azalır. Durgun havanın basıncı ile açık hava basıncının ya da durgun sıvıların basıncı ile hareketli sıvıların basıncı arasında bir basınç farkı ve buna bağlı olarak da basınç kuvveti farkı oluşur.

Bu fark çatıların uçmasını, uçakların yükselmesini, yelkenlilerin denizde hareketini, sprey şişesinde sıvının dışarı çıkmasını, boru aspiratörlerinde havanın dışarı atılmasını, yük gemilerinin su üzerinde durmasını sağlar.

? SORU

K ve L balonları şişirilip hava ortamında serbest bırakılınca K balonu yere doğru hareket ederken, L balonu gökyüzüne doğru yükselmektedir.



Bu olay nasıl açıklanabilir?

? ÇÖZÜM

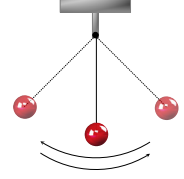
Cisimlerin bir akışkan (sıvı veya gaz) içinde hareketleri iki şekilde açıklanabilir.

1. Cisimlerin özkütlesi serbest bırakıldıkları ortamın özkütlesinden büyükse aşağı (yere) doğru yönelir, küçük ise yukarı doğru harekete geçer, eşit ise ortam içinde bırakıldığı konumda dengede kalırlar. Buna göre K balonunun özkütlesi içinde bulunduğu havanın özkütlesinden büyüktür. L balonunun özkütlesi de içinde bulunduğu ortamın özkütlesinden küçüktür.

2. Cisme etki eden kaldırma kuvveti cismin ağırlığından küçük ise cisim aşağı (yere doğru) harekete geçerken, eşit ise askıda kalır, büyük ise cisim yukarı doğru harekete geçer. Buna göre K balonuna etki eden havanın kaldırma kuvvetinin K balonunun ağırlığından küçük, L balonuna etki eden kaldırma kuvvetinin ise L balonunun ağırlığından büyük olduğu söylenebilir.

DALGALARDA TEMEL KAVRAMLAR VE ÖZELLİKLERİ

TİTREŞİM HAREKETİ NEDİR?



Titreşim sabit bir nokta etrafındaki mekanik salınımdır. Cetvelin bir ucunu sabitleyip diğer ucuna vurulduğunda oluşan salınım hareketi, bir gitar teline vurulduğunda telde oluşan salınım, tavana bir iple bağlanan cismin denge konumundan uzaklaştırılıp serbest bırakılmasıyla oluşan salınımlar titreşime örnek olarak verilebilir.

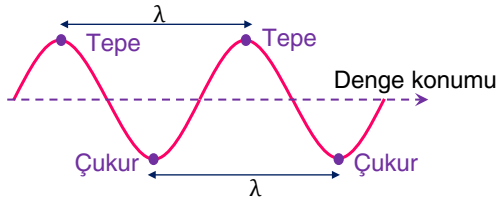
DALGA HAREKETİ NEDİR?

Esnek ortamlarda oluşturulan bir titreşim hareketi ile ortama bir enerji aktarılır. Esnek ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga**, bu dalganın esnek ortamda yayılmasına ise **dalga hareketi** denir.

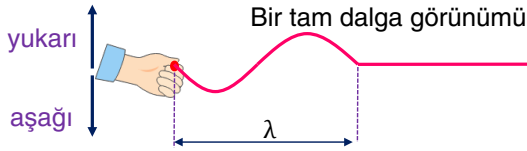
Dalga hareketinde esnek ortamın madde molekülleri ilerlemez, sadece titreşir.

Su yüzeyine dokunulduğunda oluşan şekil değişikliği (tepe ya da çukur) ortam boyunca iletilirken su molekülleri bir noktadan başka bir noktaya öteleme hareketi yapmaz.

DALGALARDA DALGA BOYU, PERİYOT VE FREKANS



Eşit zaman aralıklarında kendini tekrarlayan hareketlere **periyodik hareket** denir. Dalga hareketi de periyodik bir harekettir. Dalgalar ortamda ilerlerken, dalganın üzerindeki denge konumundan en yüksek noktaya **dalga tepesi**, en alt noktasına **dalga çukuru** denir. Periyodik dalgalar üzerinde oluşan ardışık iki tepe, veya iki çukur arasındaki mesafeye **dalga boyu** denir. Dalga boyu λ (**lamda**) sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi metredir.



Periyodik dalgaların oluşabilmesi için dalga kaynağı ile titreşim hareketi yapılması gerekir. Dalga kaynağının bir tam titreşimi için geçen süreye **periyot** denir. Periyot T sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi saniyedir (s).

Periyodik dalgaların birim zamandaki titreşim sayısı dalganın frekansıdır. Frekans f sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi Hertz'dir. (Hz), veya s^{-1} olarak da sembolize edilir.

Periyotla frekansın çarpımı 1'e eşittir.

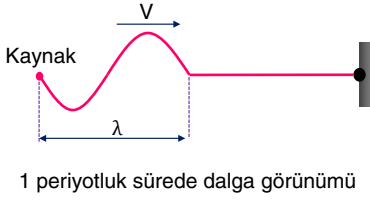
$$T \cdot f = 1$$



PÜF NOKTA

Kaynağın frekansı aynı zamanda oluşan ve ilerleyen dalgaların da frekansıdır. Bundan dolayı dalgaların frekansı doğrudan dalga kaynağının frekansına bağlıdır, kaynağın frekansı değişmeden dalgaların frekansı da değişmez.

DALGALARDA HIZ



Dalgalar ortamda enerji taşıırken bir periyottuk sürede dalga boyu kadar ilerler. Dalganın birim zamanda aldığı yola dalganın hızı denir. Dalga hızı v sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi m/s'dir. Dalganın hızını yalnızca dalganın yayıldığı ortamın esnekliği ve yoğunluğu belirler, ortam değişmediği sürece dalga hızı değişmez. Dalga hızını hesaplamak için dalganın bir periyotluk sürede aldığı yol λ 'dır, bu yolu dalga bir periyotluk (T) sürede aldığından aşağıdaki bağıntılara ulaşılır.

$x = v \cdot t$ bağıntısından,

$\lambda = v \cdot T$ bağıntısı elde edilir.

$T = \frac{1}{f}$ olduğundan,

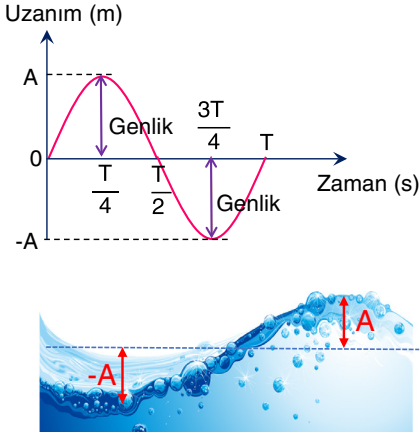
$\lambda = v \cdot \frac{1}{f}$ ve $v = \lambda \cdot f$ elde edilir.



KRİTİK BİLGİ

Bir dalganın yayılma hızını sadece yayıldığı ortamın özellikleri belirler, dalganın yayılma hızı dalga kaynağının çalışma frekansına, genliğine, periyoduna bağlı değildir.

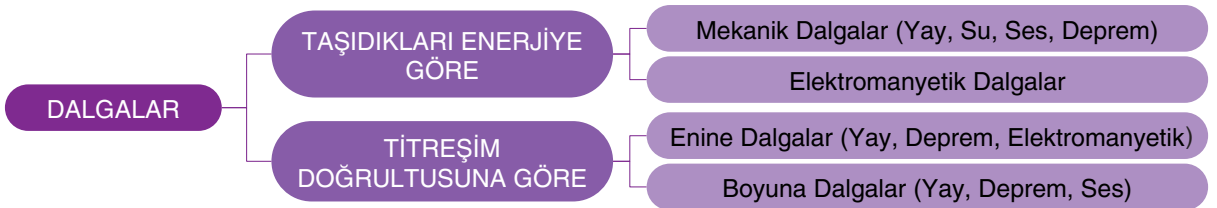
UZANIM / GENLİK



Dalganın herhangi bir anda titreşim doğrultusu üzerindeki bulunduğu konumuna **uzanım (x)** denir. Dalgaların titreşim doğrultusundaki maksimum uzanımının büyüklüğüne de **dalganın genliği** denir. Genlik dalganın taşıdığı enerjinin ölçütüdür. Genlik A harfi ile gösterilir, SI birim sisteminde birimi metredir.

Aynı ortamda her iki dalga hareketi, genlik büyüklüğüyle orantılı bir enerji taşır. Su dalgalarının kayıkları batırması, kıyılara zarar vermesi, böbrek taşlarının yüksek frekanslı ses dalgaları ile kırılması dalgaların bir enerjisi olduğunu gösterir.

DALGALARIN TAŞIDIĞI ENERJİYE VE TİTREŞİM DOĞRULTUSUNA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

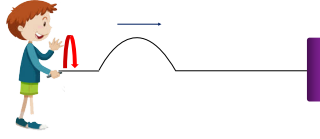


1. Taşıdıkları Enerjiye Göre Dalgalar

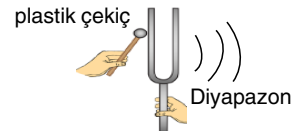
a) **Mekanik Dalgalar:** Yayılması için maddesel ortama ihtiyaç duyan dalgalara **mekanik dalga** denir.



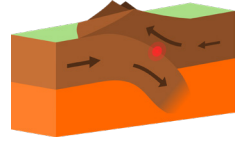
Su dalgaları



Yay dalgaları



Ses dalgaları



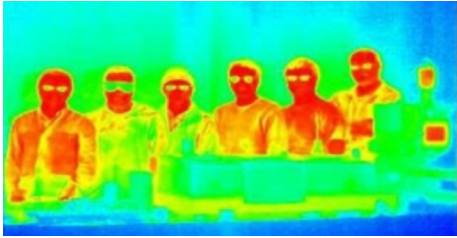
Deprem dalgaları

b) **Elektromanyetik Dalgalar:** Yüklü bir parçacığın ivmeli hareketi sonucu oluşan, birbirine dik elektrik ve manyetik alan bileşeni bulunan, yayılmaları için ortam gerekmeyen, boşlukta c (ışık hızı) ile yayılan dalgalara **elektromanyetik dalgalar** denir.



Radyo Dalgaları: Dalga boyları çok büyük olan elektromanyetik dalgalardır, genellikle radyo ve televizyon vericilerinden yayılırlar.

Mikro Dalgalar: Radyo dalgalarının en kısa olanlarıdır. Kablosuz internet erişiminde, bluetooth kulaklıklarında, mikrodalga fırınlarda, güvenlik sistemlerinden kullanılır.

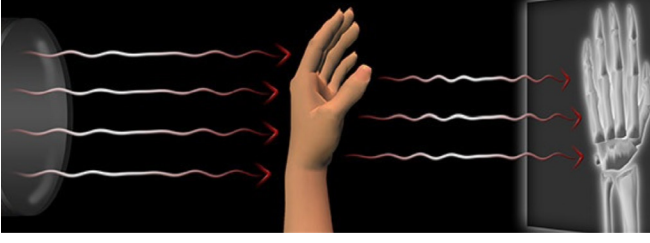


Kızılötesi Işıklar: Gözle görülmezler, bazı hastalıkların teşhisinde, termal kameralarda, sıcaklık ölçüm aletlerinde kullanılırlar.

Görünür Işık: İnsan gözü tarafından görülebilen tüm renkler görünür ışık dalgalarıdır. Etrafımızdaki cisimler görmemizi sağlar.



Mor Ötesi Işık: Görünür bölgedeki en küçük dalga boyuna sahip olan mor renkten sonra başlamaktadır. Görünür bölgenin dışına çıktığı için insan gözüyle görülemez.



X Işınları: Tedavi amaçlı röntgen ve bilgisayarlı tomografi cihazlarında, güvenlik amaçlı havaalanlarında kapalı kutuların içeriklerinin görüntülenmesi amacıyla kullanılır.

Gama Işınları: Radyoaktif çekirdeklerin bozunması sırasında oluşurlar. Kanserli hücreler bu ışınlarla yok edilebilmektedir.

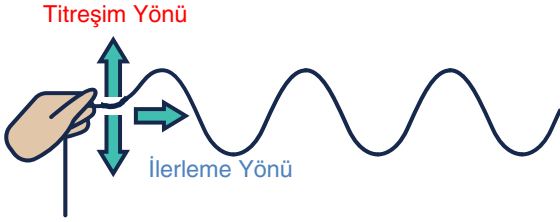


KRİTİK BİLGİ

Mekanik dalgaların yayılabilmesi için esnek bir ortam gerekirken, radyo-tv dalgaları gibi elektromanyetik dalgaların yayılması için ortam gerekmez, bunlar boşlukta da yayılabilir.

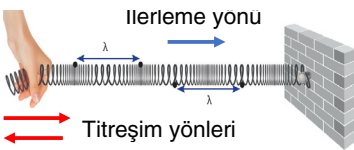
2. Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

a) Enine dalgalar:



Üzerinde boncuklar bulunan bir ipin ucuna bağlı çubuk yardımıyla yukarı-aşağı titreşimler yaptırıldığında dalganın yayılma yönü yatay olduğu halde kaynak titreşimi düşey doğrultuda oluşur. Yayılma doğrultusu ile, titreşim doğrultusu birbirine dik olan dalgalara **enine dalgalar** denir. Yay dalgaları, deprem dalgalarının bir kısmı, elektromanyetik dalgaların hepsi enine dalgadır.

b) Boyuna Dalgalar:



Bir ucu sabitlenmiş ve gerilmiş sarmal yayı bir ucundan yay doğrultusunda ileri-geri çekip titreştirdiğimizde, moleküllerin titreşim doğrultusu dalganın yayılma doğrultusuna paralel olur. Bu tip dalgalara **boyuna dalgalar** denir. Ses dalgaları boyuna dalgalar olup, yay dalgalarının ve deprem dalgalarının ise bir kısmı boyuna dalgadır.



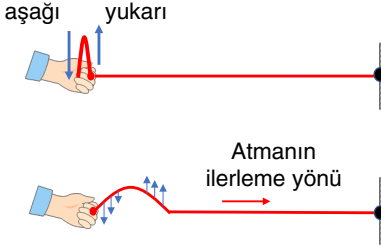
KRİTİK BİLGİ

Mekanik dalgalar grubunda yer alan su dalgalarında yüzeydeki her su molekülü, hem aşağı hem yukarı hem de ileri ve geri yaptığı titreşim hareketinin birleşimiyle oluşan çembersel bir yörünge izler. Bu davranışı nedeniyle su dalgaları enine ve boyuna dalgaların bileşkesi olan özel dalgadır.

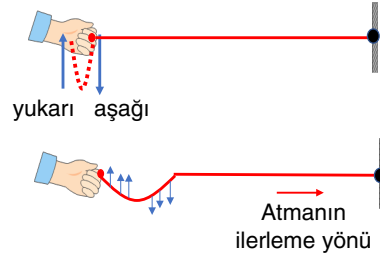
YAY DALGALARININ HIZI VE YANSIMASI

ATMA NEDİR? NASIL ÜRETİLİR?

Bir ucu duvara bağlanmış yay diğer ucundan çekilerek gerildikten sonra yayı tutan el, yay doğrultusuna dik olacak şekilde, anlık olarak yukarı kaldırılıp aşağı indirildiğinde yay üzerinde oluşan dalga parçasına tepe ya da başyukarı atma, anlık olarak aşağı indirilip yukarı kaldırıldığında yay üzerinde oluşan dalga parçasına çukur ya da baş aşağı atma adı verilir.

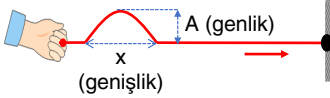


a) Bir tepe (baş yukarı) atması oluşumu



b) Bir çukur (baş aşağı) atması oluşumu

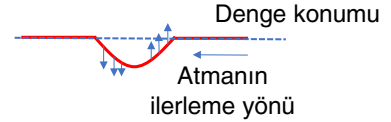
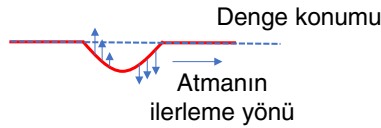
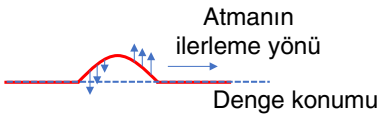
ATMANIN GENİŞLİĞİ VE GENLİĞİ



Atmalar, gergin bir ip veya bir tel üzerinde de oluşturulabilir. Atmanın başlangıç noktasıyla bitiş noktası arasındaki uzaklığa **atmanın genişliği (x)**, denge konumundan en büyük uzaklaşma miktarına **atmanın genliği (A)** denir.

- Atma genişliğinin büyüklüğü, atmanın oluşturulma süresine ve atmanın ortama göre değişen hızına bağlıdır.
- İdeal bir yayda sürtünmeler ihmal edildiğinde ilerleyen bir atmanın genliğinde ve genişliğinde değişme olmaz. (Laboratuvar şartlarında oluşturulan atmalar sürtünmeler sebebiyle sönümlü atmalar olarak gözlenir.)

Atma Üzerindeki Noktaların Titreşim Yönleri



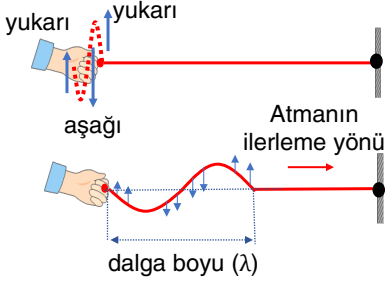
Atmanın ilerleme yönüne göre atmanın üzerindeki bazı noktaların titreşim yönü şekilde gösterilmiştir.



DİKKAT

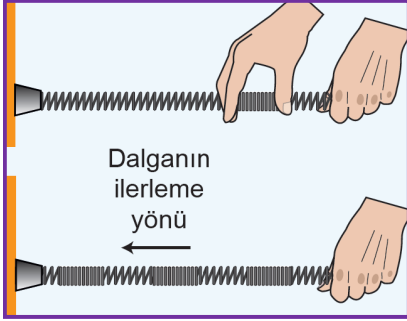
Atmanın ön tarafında bulunan noktalar denge konumundan uzaklaşırken arka tarafında bulunan noktalar denge konumuna yaklaşır.

Periyodik dalga nedir? Nasıl üretilir?



Bir ucu sabit bir noktaya bağlanan yay gerildikten sonra yayı geren el, yay doğrultusuna dik olacak şekilde, sürekli, eşit zaman aralıklarında yayı yukarı, aşağı hareket ettirerek yayda oluşturduğu titreşimler yay üzerinde genlikleri ve dalga boyları eşit olan dalgalar oluşturur.

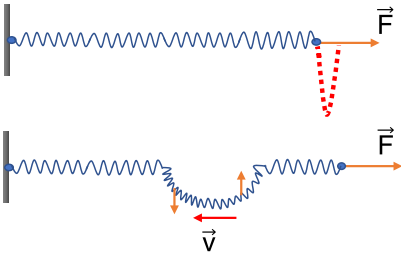
Bu dalgalara **periyodik dalga** denir ve dalga **enine dalga** olarak adlandırılır.



Bir ucu sabit bir noktaya bağlanan yay gerildikten sonra yayı geren el, yay doğrultusunda yayı sıkıştırıp serbest bırakıp bunu eşit zaman aralıklarında tekrarlarsa yay doğrultusunda ilerleyen dalgalar gözlenir.

Dalga kaynağının titreşim yönü dalganın ilerleme yönünde ise bu tür dalgalara da **boyuna dalga** denir.

Sarmal Yayda Atmanın (Dalganın) Hızı Nelere Bağlıdır?



Birim uzunluğunun kütlesi μ olan bir yay F kuvveti ile gerilirse yay üzerinde oluşturulan bir atmanın (dalganın) hızı $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ bağıntısı ile belirlenir.

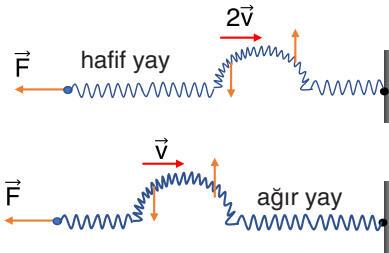
F : yayı geren kuvvet

$\mu = \frac{m}{L}$: yayın boyca yoğunluğu

m : yayın kütlesi

L : yayın boyu

Hız ortamın özelliğine göre değişir. Buna göre,



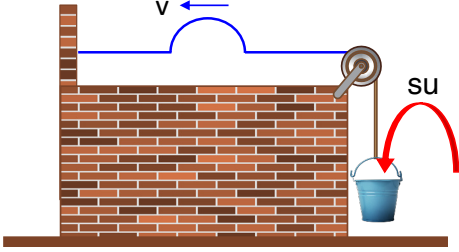
Eşit büyüklükte kuvvetlerle gerilen hafif bir yayda oluşturulan dalgaların hızı, ağır yaydaki dalgaların (atmaların) hızından büyüktür.



PÜF NOKTA

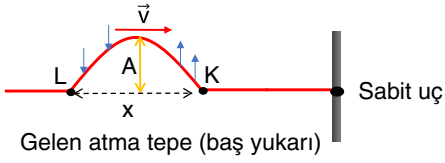
Bir ortamda ilerleyen dalgaların hız büyüklüğü sadece ortam özelliklerinin değişiminden etkilenir.

- Birim boyunun kütlesi eşit olan yaylarda yayı geren kuvvet hangisinde büyükse o yayda atmanın (ya da dalga'nın) yayılma hızı daha büyüktür.
- Atma (dalga) kaynağındaki frekans, periyot ya da genlik değişimi yayılan dalga'nın yayılma hızını etkilemez.
- İç ve dış sürtünmelerin ihmal edildiği esnek ortamda, ortam özelliği değişmedikçe ilerleyen dalgalarda genlik, enerji ve hız büyüklüğü değişmez.



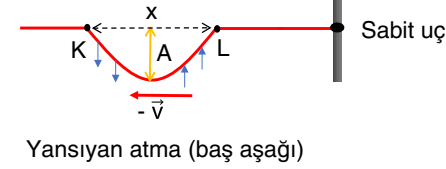
Kovaya su eklenirse atmanın hızı (v) artar.

ATMALARIN YANSIMASI



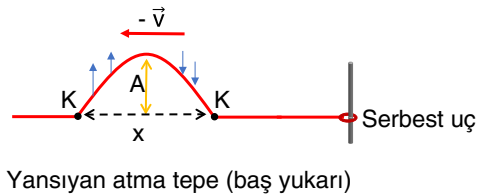
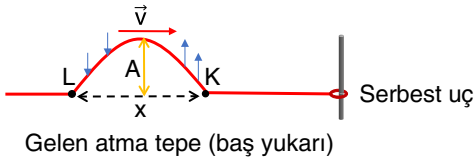
a) Sabit uçlu engelden yansımaya

Sabit uçtan yansıyan atma, gelen atmaya göre ters döner. Atmanın görünümü tepe şeklinde iken yansıma sonrası çukur görünümünü alır, hızının büyüklüğü, genliği (A) ve genişliği (x) değişmez.



b) Serbest uçtan Yansıma

Bir atma serbest uçtan ters dönmeden yansır. Atmanın görünümü tepe şeklinde ise yansıyan atma da tepe görünümünde kalır, hızının büyüklüğü, genliği (A) ve genişliği (x) değişmez.

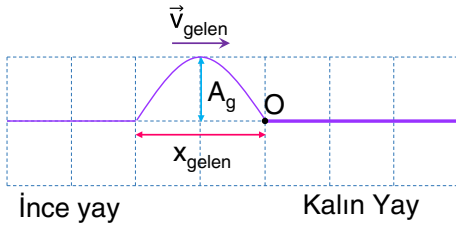


YAY DALGALARININ FARKLI ORTAMLARA GEÇİŞİ VE YAY DALGALARININ GİRİŞİMİ

ATMALARIN YANSIMASI VE İLETİMİ

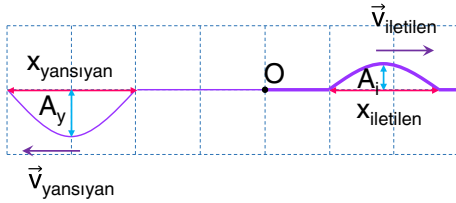
Farklı kalınlıkta sarmal yaylar birbirine bağlandığında, bağlantı noktasında, gelen atmanın bir kısmı geldiği ortama geri dönerken (yansıma), bir kısmı da diğer yaya geçerek ilerler (iletme).

a) İnce Yaydan Kalın Yaya Geçiş



İnce yay

Kalın Yay



Hafif yaydan ağır yaya baş yukarı (tepe) olarak gönderilen bir atma, O bağlantı noktasında bir kısmı yine baş yukarı (tepe) olarak ağır yaya, genliği ve hızı küçülerek geçer. Bir kısmı da baş aşağı (çukur) olarak ters dönerek yansımaya uğrar.

Bu geçişte,

Yansıyan atma, gelen atma ile aynı yayda olduğu için hem hızının büyüklüğü hem de genliği, gelen atma ile aynıdır.

$$v_{\text{yansıyan}} = v_{\text{gelen}} \quad \text{ve} \quad x_{\text{yansıyan}} = x_{\text{gelen}}$$

İletilen atma kalın yayda olduğu için hız büyüklüğü azalır.

$$v_{\text{yansıyan}} = v_{\text{gelen}} > v_{\text{iletlen}} \quad \text{ve} \quad x_{\text{yansıyan}} = x_{\text{gelen}} > x_{\text{iletlen}}$$

Gelen, yansıyan ve iletilen atmaların frekansları kaynağa bağlıdır, değişmez. Gelen atmanın genliği (A_g), hem yansıyan atmanın genliğine (A_y) göre hem de iletilen atmanın genliğine (A_i) göre daha büyüktür.

$$A_g > A_i \quad \text{ve} \quad A_g > A_y$$

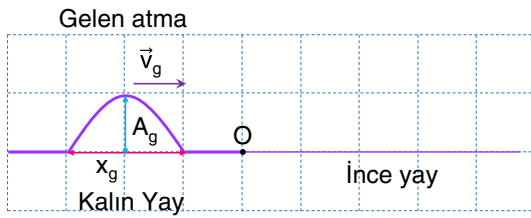
Yansıyan atmanın genliği (A_y) ile iletilen atmanın genliği (A_i) arasında bir büyüklük ilişkisi belirlenemez.



HATIRLAYALIM

Bir atma sabit uca geldiğinde ters dönerek yansır.

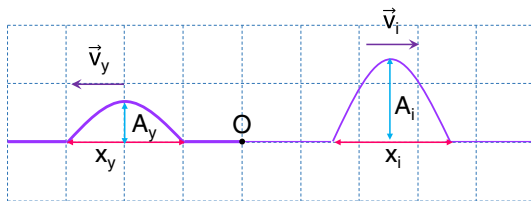
b) Kalın Yaydan İnce Yaya Geçiş



Gelen atma

Kalın Yay

İnce yay



Yansıyan atma

İletilen atma

Kalın yaydan ince yaya baş yukarı (tepe) gönderilen atmanın bir kısmı baş yukarı (tepe) iletilirken bir kısmı da yine baş yukarı (tepe) olacak şekilde yansır.

Bu geçişte,

Yansıyan atma, gelen atma ile aynı yayda olduğu için hem hız büyüklüğü hem de genliği gelen atma ile aynıdır.

$$v_{\text{yansıyan}} = v_{\text{gelen}} \quad \text{ve} \quad x_{\text{yansıyan}} = x_{\text{gelen}}$$

İletilen atma ince yayda ilerlediği için hız büyüklüğü artar.

$$v_{\text{yansıyan}} = v_{\text{gelen}} < v_{\text{iletlen}} \quad \text{ve} \quad x_{\text{yansıyan}} = x_{\text{gelen}} < x_{\text{iletlen}}$$

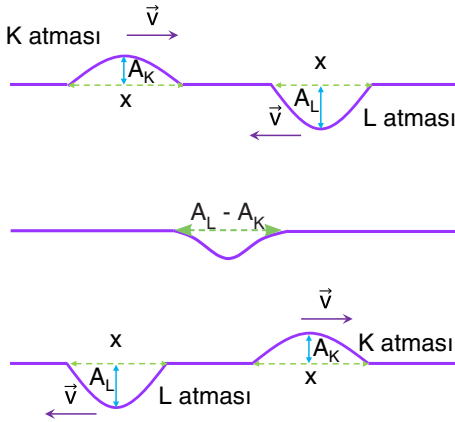
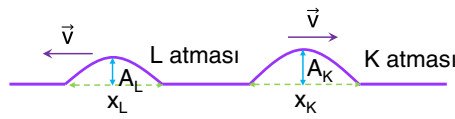
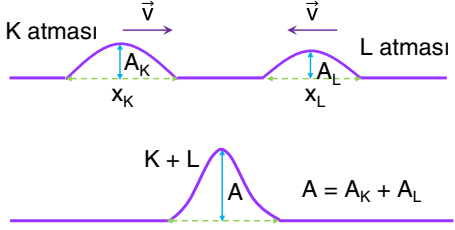
Gelen, yansıyan ve iletilen atmaların frekansları eşittir. Atmaların (dalgaların) frekansı kaynak frekansına bağlı olarak değişir.

İletilen atmanın genliği (A_i), gelen atmanın genliği (A_g) ve yansıyan atmanın genliği (A_y) arasında ;

$$A_i > A_g > A_y \quad \text{ilişkisi vardır.}$$

**HATIRLAYALIM**

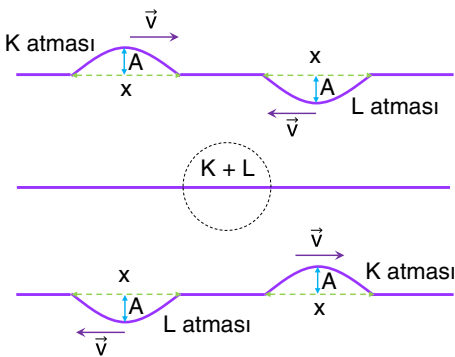
Bir atma serbest uca geldiğinde ters dönmeden yansır.

ATMALARIN BİRBİRİ İÇİNDEN GEÇİŞİ

Atmalar karşılaştıklarında yeni bir atma oluşur. Üst üste binme sırasında atmaların hareketleri birbirlerinden bağımsızdır. Üst üste binmeden sonra birbirinden ayrılan atmalar, hız, genlik ve genişlik gibi özelliklerini koruyarak eski hareket doğrultusunda ilerlemeyi sürdürürler.

Üst üste binme sırasında atmalar aynı yönde (tepe + tepe ya da çukur + çukur) ise genlikleri toplanır.

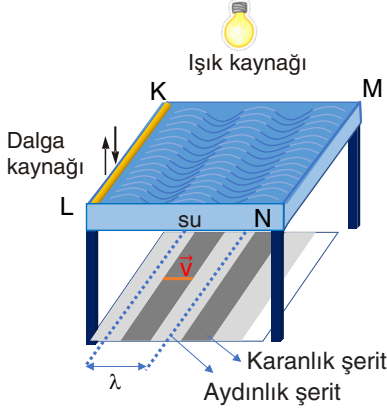
Atmalar zıt yönlü iseler genliklerinin farkı alınır. Atmalar üst üste geldiğinde hangi atmanın genliği büyükse o yönde bir atma gözlenir.

BİRBİRİNİ YOK EDEN ATMALAR

Durgun yaya göre simetrik atmalar (genlik ve genişlikleri eşit) tam üst üste geldiklerinde bir an için birbirlerini söndürürler. O anda yayda bir atma gözlenmez. Atmalar daha sonra eski görünümünü alarak devam ederler.

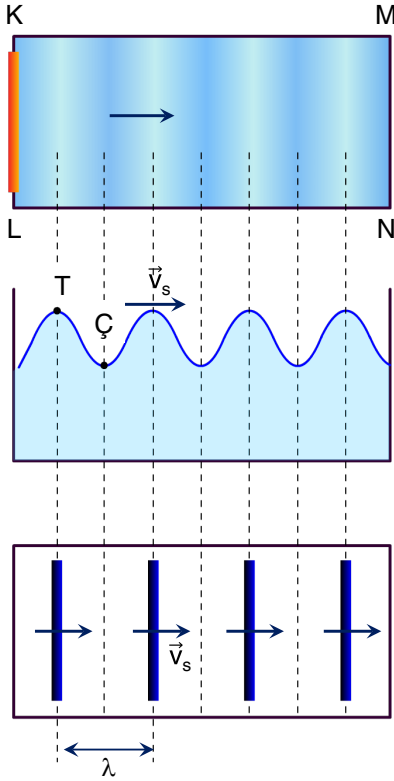
SU DALGALARININ ÖZELLİKLERİ VE YANSIMASI

SU DALGALARI



Bir dalga leğenin KL kenarına suya değecek şekilde yerleştirilmiş tahta çubuğa aşağı, yukarı periyodik salınımlar yaptırılırsa su yüzeyinde dğru-sal dalgalar oluşur ve MN kenarına doğru ilerler.

Dalga leğeni üstten ışıktandırılırsa dalga leğenin altındaki kağıt üzerinde birbirine paralel aydınlık çizgiler görünür.



Su dalgaları üzerindeki en yüksekte gözlenen T noktasına dalga tepesi, dalga üzerindeki en alt noktadaki Ç noktasına da dalga çukuru denir.

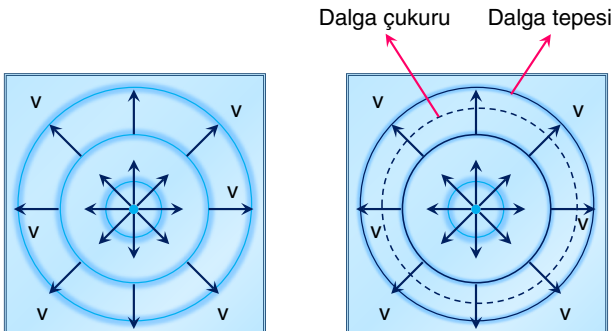
Aydınlık olan bölgeler su yüzeyindeki tepe bölgelerinin kağıttaki izdüşümü olup, karanlık olan yerler ise çukur bölgelerin karşılığı olarak oluşur.

Kağıttaki ardışık iki aydınlık ya da iki karanlık çizgi arası uzaklık, dalga boyu (λ) değerine eşittir.

$\vec{v}$ hız vektörü de aydınlık, karanlık şeritlere dik bir vektörle gösterilir.

Su dalgaları, hem enine hem de boyuna dalga özelliği gösteren mekanik dalgardır.

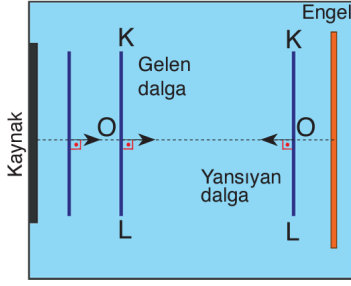
Bu dalgalar, su yüzeyinde oluşup yayılırken suyun alt tabakalarında bu dalga hareketi gözlenmez.



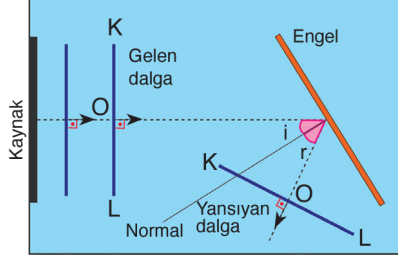
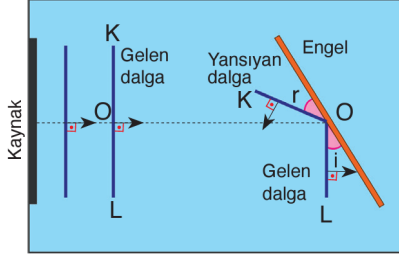
Bir dalga leğenin ortasına eşit aralıklarla bir damlalıktan su damlaları gönderildiğinde ya da parmağımızla suya periyodik şekilde dokunulduğunda su yüzeyinde dairesel dalgalar oluşur. Bu dalgaların üstten görünümü ve bir kağıt üzerindeki izdüşümü gösterilmiştir. Dairesel dalgaların ilerleme yönü merkezden dışarıya ve her yöne çizilen doğrularla gösterilir.

Ardışık iki dalga tepesi arasındaki ya da ardışık iki dalga çukuru arasındaki uzaklıklar dalga boyuna eşit olup dalga leğenin her tarafında eşit boyda gözlenir.

YANSIMA



Düz bir engеле paralel olarak gönderilen su dalgasının hız vektörü engеле dik olarak gelir, aynı doğrultuda geri döner.

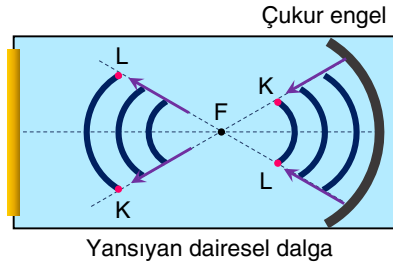
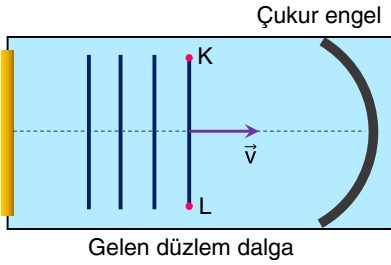


Doğrusal engеле belli bir açıyla çarpan doğrusal su dalgaları, engеле ilk çarptığı noktadan itibaren yansıyarak yine doğrusal dalgalar hâlinde engelden uzaklaşır. Gelen dalganın engēl yüzeyi ile yaptığı açiya gelme açısı (i), yansıyan dalganın engēl yüzeyi ile yaptığı açiya ise yansıma açısı (r) denir. Engēl yüzeyine dik çizilen doğruya ise o yüzeyin normali (N) denir. Yansıma kanunlarına göre gelme açısı yansıma açısına eşittir ($i = r$).

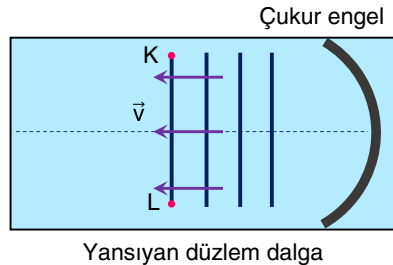
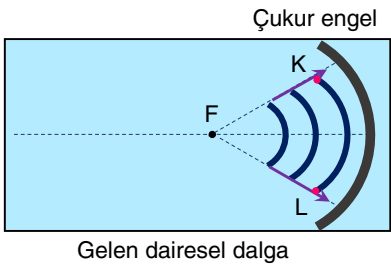


KRİTİK BİLGİ

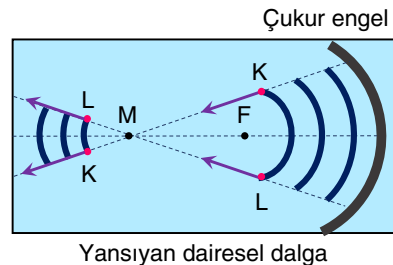
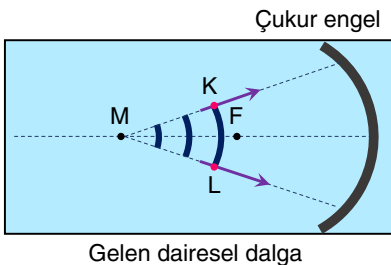
Sabit derinlikli bir ortamda su dalgalarının yansıması gerçekleşiyorsa, dalgaların hızı ve dalga boyu değişmez.



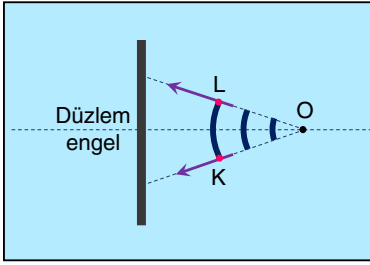
Doğrusal dalgalar çukur engelde yansıdıktan sonra odak noktası adı verilen F noktasında toplanır ve tekrar dağılarak yayılırlar.



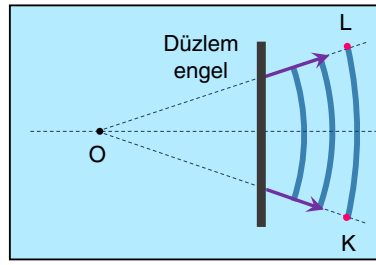
Çukur engelin F odak noktasında üretilen dairesel dalgalar çukur engelden yansıdıktan sonra düzlem dalgalar haline gelirler.



Çukur engelin M merkez noktasında üretilen dairesel dalgalar çukur engelden yansıdıktan sonra tekrar M noktasına doğru yönelecek toplanırlar.



Gelen dairesel dalga



Yansıyan dairesel dalga

Dairesel dalgalar düz engele gönderildiğinde sanki engelin arkasındaki (O'nun engele göre simetriği) bir noktadan (O') geliyormuş gibi yine dairesel olarak yansır.



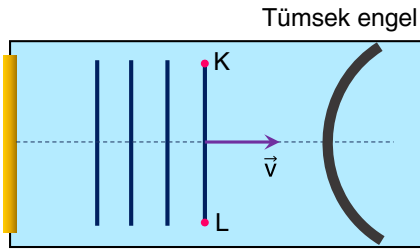
PÜF NOKTA

Parabolik bir engele gelen doğrusal dalgalar yansdıktan sonra engelin şeklini alır.

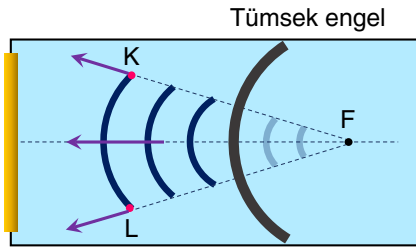


KRİTİK BİLGİ

Su dalgalarının bütün yansımada olaylarında suyun derinliği ve kaynağın frekansı değişmediği sürece dalgaların yayılma hızının büyüklüğü, dalga boyu ve periyodu değişmez.



Gelen düzlem dalga



Yansıyan dairesel dalga

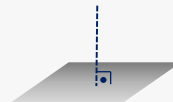
Doğrusal su dalgaları tümsek engelde engel arkasındaki bir kaynaktan (F) çıkan dairesel dalgalar gibi yansır.



NOT

Bir yüzeye istenilen noktadan çizilen dikmeye "yüzey normali" denir.

Yüzey normali (N)



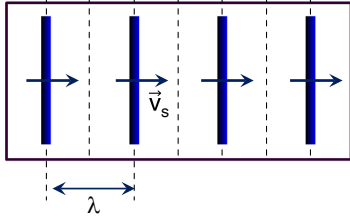
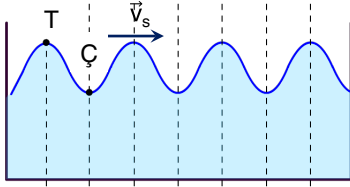
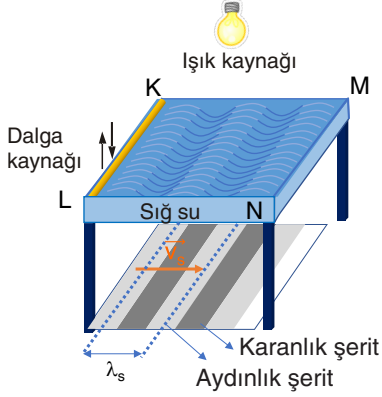
NOT



Deniz kıyılarına yapılan engellerden dalgaların yansması sağlanarak, dalgaların yaşam alanlarına olumsuz etkileri azaltılmış olur.

SU DALGALARININ HIZI VE KIRILMASI

SU DALGALARININ HIZI



Yapılan deneylerde su dalgalarının yayılma hızının su derinliğine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir.

Aynı frekanslı çalışan iki dalg kaynağının sığ ve derin ortamlardaki dalg görünüşleri şekildeki gibi olur.

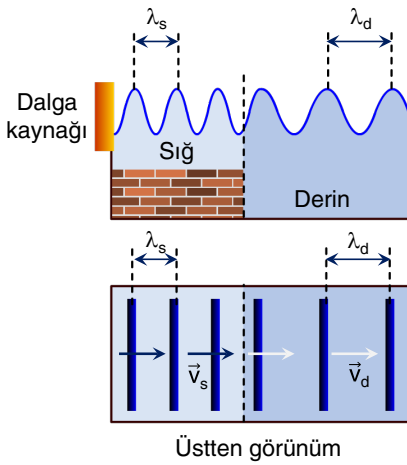
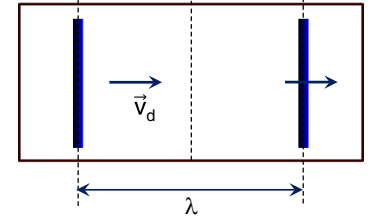
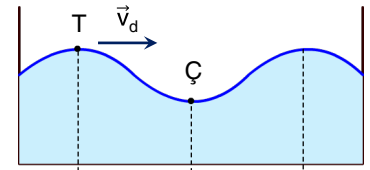
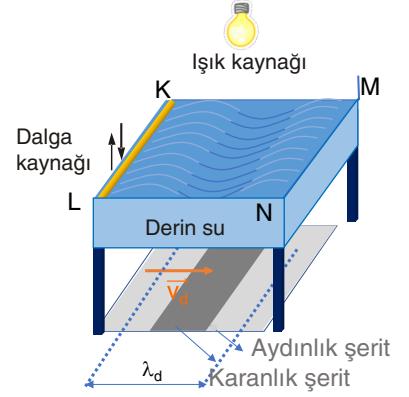
Derin su ortamında hem hız hem de dalg boyunun daha büyük olduğu gözlenir.

Frekansları ise kaynağa bağlı olup kaynaklar eşit frekanslı olduğu için dalgalarında frekansları eşittir.

$$F_{\text{derin}} = F_{\text{sığ}}$$

PÜF NOKTA

Dalgaların ortamlardaki yayılma hızları sadece ortam özelliklerine bağlıdır. Derin su ortamlarında dalgaların hızı, sığ ortamdaki hızına göre daha büyüktür.

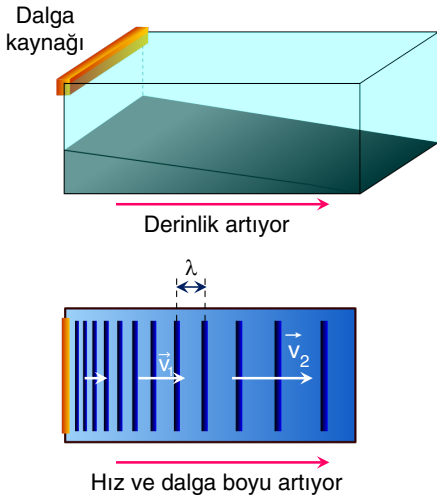


Üstten görünüm

Bir dalg leğeninde bir bölüm sığ bir bölüm derin olarak düzenlenirse sığ bölgedeki dalg boyu ve hız daha küçük, dalgalar derin bölgeye geçince hız ve dalg boyu daha büyük olarak gözlenir.

$$v_{\text{derin}} > v_{\text{sığ}}$$

$$\lambda_{\text{derin}} > \lambda_{\text{sığ}}$$



Bir dalga leğeninde derinlik düzenli artırılarak sabit frekanslı dalgalar gönderilirse dalga boyu ve hız büyüklüğü giderek artar.

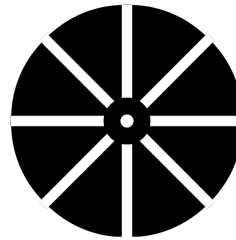
$$v_2 > v_1$$

Stroboskop

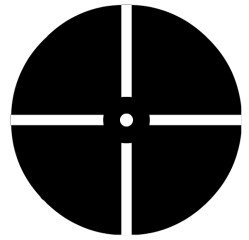
Stroboskop, üzerinde n tane yarık bulunan ve merkezi etrafında döne-bilen dairesel bir levhadan ibarettir. Stroboskopun yarıkları arasından su dalgalarına bakıldığında ardışık iki yarık yine ardışık iki dalga ile eşleştiği anda su dalgaları duruyormuş gibi görünür.

Bu anda dalgalar hareketsiz duran dalgalar gibi görüldüğü için dalga boyu kolaylıkla ölçülebilir.

Dalganın frekansı f_d , stroboskopun f_s , stroboskoptaki yarık sayısı n ise bunlar arasında; $f_d = f_s \cdot n$ bağıntısı vardır.



8 yarıklı stroboskop



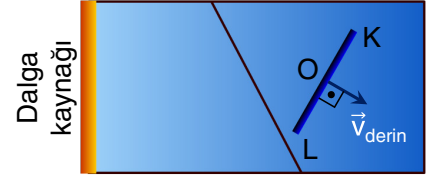
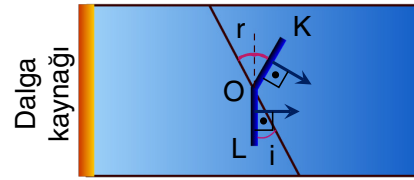
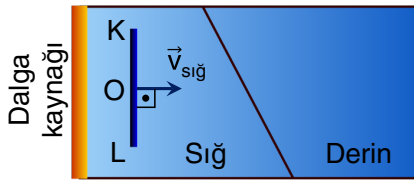
4 yarıklı stroboskop

NOT

Stroboskopların yarık sayılarının farklı olması dalganın ölçülen frekans ve dalga boyunu etkilemez.

SU DALGALARINDA KIRILMA

Ortam değiştiren su dalgalarının doğrultularını değiştirmesine **dalganın kırılması** denir. Dalgaların doğrultusu değişirken hızları ve dalga boyları da değişir.



Sığ ortamdaki gelme açısı (i), derin ortamdaki kırılma açısı (r) değerinden küçüktür. ($r > i$)

Gelen dalganın ayırma yüzeyi ile yaptığı açı olan i açısına **gelme açısı**, kırılan dalganın ayırma yüzeyi ile yaptığı r açısına da **kırılma açısı** denir.

Sığ ortamdaki gelme açısı (i), derin ortamdaki kırılma açısı (r) değerinden küçüktür. ($r > i$)



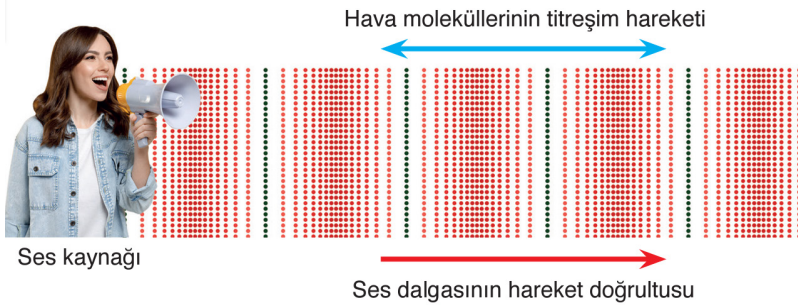
KRİTİK BİLGİ

Dalgaların ilerleme doğrultusu ortamları ayıran yüzeye dik olursa dalgalarda kırılma gözlenmez, fakat dalgaların hızları ve dalga boyları değişir.

SES DALGALARI

SES DALGALARI NASIL OLUŞUR?

Ses dalgaları her yöne yayılan mekanik dalgalardır. Vurma, dokunma, üfleme gibi değişik yollarla maddesel ortamda oluşturulan titreşim hareketi, çevresindeki moleküllere çarparak onlara kinetik enerji kazandırır. Kinetik enerji kazanan her molekül de titreşerek çevresindeki diğer moleküllere çarpıp zincirleme bir ses dalgası hareketinin oluşmasına neden olur.

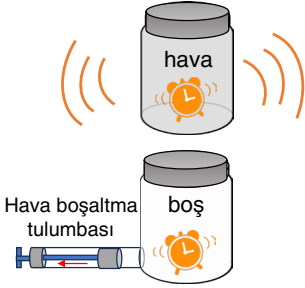


Ses dalgaları bir ortamda yayılırken ortam parçacıkları, dalgaının hareket doğrultusu boyunca ileri ve geri hareket yaparak yoğunluk ve hacim değişiklikleri meydana getirir. Bu değişiklikler parçacıkların sıkıştığı bölgede yüksek basınç, gevşediği bölgede ise alçak basınç oluşturur.

Ortam taneciklerinin titreşim enerjisini birbirine aktarmaları sonucunda ilerledikleri için taneciklerin birbirine yakın olması ses dalgalarının süratini artırır.

Bütün mekanik dalgalarda olduğu gibi ses dalgalarının da yayılması için bir ortam gerekir, bu nedenle ses boşlukta ilerleyemez.

Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralel olduğu için ses dalgaları da boyuna dalgalardır.



Cam fanustaki hava, tulumba yardımıyla boşaltılırken fanus dışından işitilen çalar saat sesinin şiddeti azalmaya başlar, fanus içindeki hava tamamen boşaltılınca da dışarıdan ses duyulmaz.

SESİN SÜRATİ NELERE BAĞLIDIR?

Sesin sürati sadece sesin ilerlediği ortamın özelliklerine bağlıdır. Sesin bazı ortamlardaki süratleri aşağıda gösterilmiştir.

Ortam	Sürat (m/s)
Hava (0° C)	331
Hava (20° C)	343

Ortam	Sürat (m/s)
Hava (0° C)	331
Demir (0° C)	5000

Ortam	Sürat (m/s)
Su (25° C)	1493
Deniz suyu (25° C)	1533

Ortam sıcaklığı arttıkça ortam taneciklerinin kinetik enerjileri arttığından sesin ilerleme sürati artar.

Çok uzaktaki bir trenin sesini havada duyamazken kulağımızı raylara dayadığımızda trenin raylarda oluşturduğu titreşimini net duymamızın nedeni rayların trenin hareketinden oluşan ses dalgalarını havadan çok daha hızlı iletmesidir.

Sesin sürati sadece sesin ilerlediği ortamın özelliklerine bağlıdır. Suyun içindeki tuz miktarının artması sesin yayılma hızını artırır.



HATIRLAYALIM

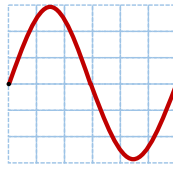
Dalgaların yayılma süratleri dalga kaynaklarının özelliğine değil dalgaının yayıldığı ortamın özelliklerine bağlıdır.

SES DALGALARI İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

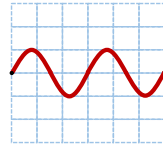
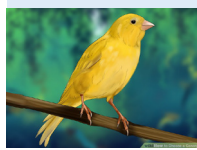
1. Yükseklik (Frekans)

Aslanın çıkardığı ses, kanaryanın çıkardığı sestən; davuldan çıkan ses, zurnadan çıkardığı sestən daha kalındır.

İnce sesi kalın sestən ayıran özelliğe **sesin yüksekliği** denir. “Ses yüksekliği” ifadesi sesin frekansını belirler. Ses yüksekliğinin artırılması sesin frekansının artırılması anlamını taşır. Yüksek frekanslı sese **tiz ses**, düşük frekanslı sese **pes ses** adı da verilir.



Aslan sesi düşük frekanslı (pes = kalın) sese örnektir.



Kanarya sesi yüksek frekanslı (tiz = ince) sese örnektir.

*(Ses dalgaları boyuna dalgalar olup, şekilde gösterilen dalgalar osilatörden alınarak temsili olarak çizilmiştir.)

✓ PÜF NOKTA

Aslandan yayılan ses dalgasının genliğinin büyük olması sesin frekansının değil sesin şiddetinin büyük olduğunu gösterir.



Tamamen özdeş iki şişeden birine bir miktar su koyup şişelere metal bir çubukla vurulduğunda farklı frekanslı ses çıkar.

Boş şişeden daha ince ses çıkar. Şişedeki su miktarı arttıkça sesin yüksekliği (frekansı) azalır, kalınlığı artar. Bunun nedeni şişeye vurulduğunda hem şişenin hem de suyun titreşmesidir. Boş şişede sadece şişe titreşeceği için şişenin titreşim sayısı yani frekansı ve sesin yüksekliği artar, ses daha ince çıkar.

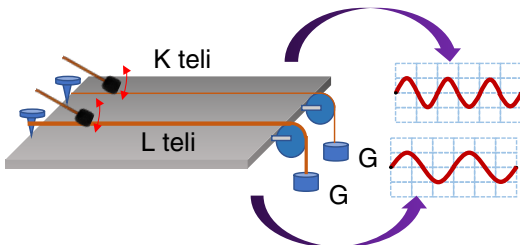
✓ PÜF NOKTA

Şişelere üflendiğinde ise boş şişeden kalın ses çıkar. Şişedeki su miktarı arttıkça sesin yüksekliği ve inceliği artar. Bunun nedeni şişelere üflendiğinde sadece suyun üzerindeki havanın titreşmesidir.

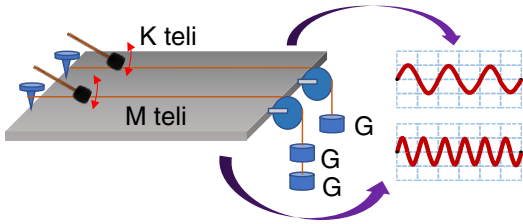
SES DALGALARININ FREKANSI NASIL DEĞİŞTİRİLEBİLİR?

Ses dalgalarının frekansı, ses kaynağının özelliklerine bağlı olarak değişir. Sesin yayıldığı ortam özelliklerinin değişimi sesin frekansını etkilemez.

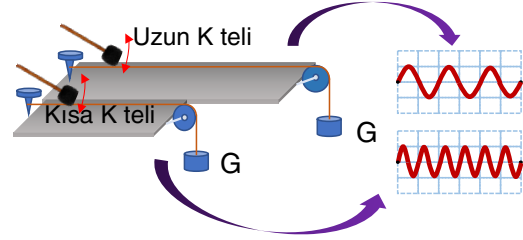
Bir telden çıkan sesin frekansı telin yapıldığı maddenin cinsine, teli geren kuvvete, telin boyuna ve kesit alanına bağlıdır.



Aynı maddeden yapılmış uzunlukları ve gerginlikleri aynı, kalınlıkları farklı tellerden çıkan sesin frekansı telin kalınlığı arttıkça azalır.



Aynı maddeden yapılmış kalınlıkları ve uzunlukları aynı olan teller, farklı kuvvetler ile gerildiğinde teli geren kuvvet arttıkça çıkan sesin frekansı da artar.



Aynı maddeden yapılmış kalınlıkları ve gerginlikleri aynı, uzunlukları farklı tellerden çıkan sesin frekansı telin uzunluğu azalınca artar.

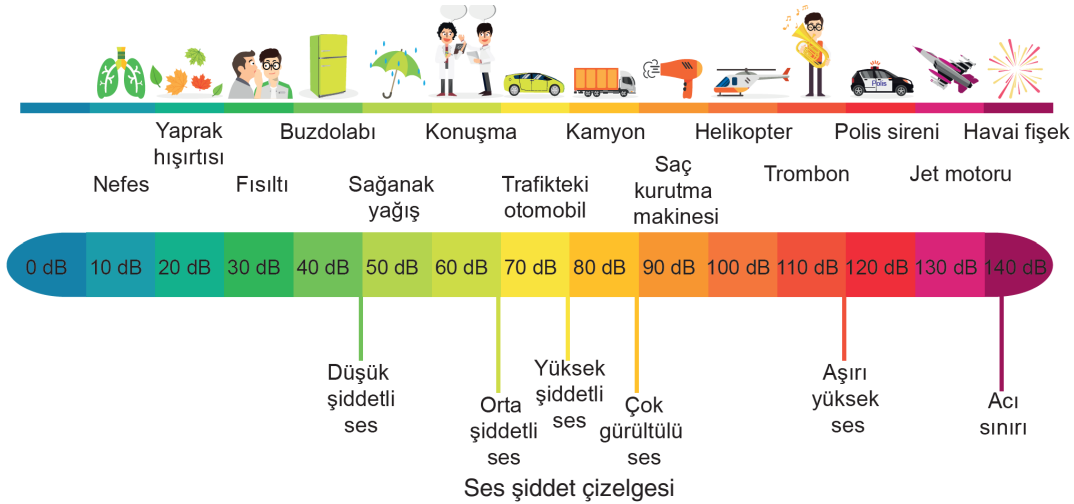


KRİTİK BİLGİ

Müzisyenler, telli müzik aletlerinin akordunu yaparken akort burguları yardımıyla gitardaki teli geren kuvvet artırıp azaltarak telden çıkan sesin tizlik ve peslik seviyelerini ayarlayabilir.

2. Sesin Şiddeti

Sesin şiddeti, enerjisiyle doğru orantılıdır. Sesin birim yüzeye birim zamanda dik olarak uyguladığı kuvvete **sesin şiddeti** denir. SI birim sisteminde birimi (dB) desibel'dir. Sesin şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça azalır. Sesin şiddeti hem dalganın frekansına hem de genliğine bağlıdır. Frekans arttığında birim alandan birim zamanda geçen dalga sayısı da artacağı için dalganın şiddeti artar.



NOT

İnsan kulağı 0 dB ile 120 dB arasındaki sesleri algılayabilir. 120 dB'den daha büyük şiddete sahip sesler insan kulağında işitme kaybına neden olur.

3. Sesin Tınısı

Ses kaynağının kimliğini gösteren bir özellik olan "sesin tınısı" aynı zamanda sesin rengi olarak da ifade edilebilir. Aynı notayı aynı frekansla çıkaran keman ve piyanonun farklı ses kaynaklarından çıktığı sesin tınısı ile ayırt edilebilir.

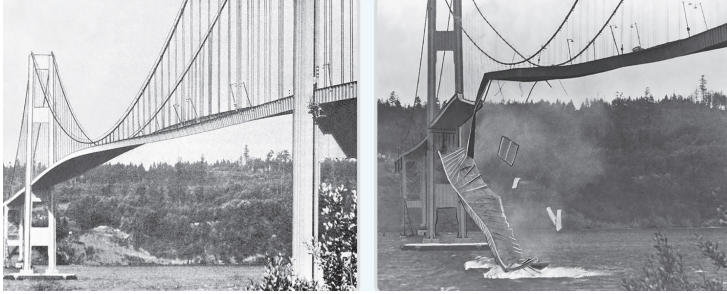
4. Rezonans

Yan yana duran özdeş iki diyaframdan birine plastik çekiçe vurulduğunda oluşan ses dalgası kısa bir süre sonra ikinci diyaframa ulaştığında onun da titreşmesini ve ses çıkarmasını sağlayabilir.

Bir ses kaynağının diğer ses kaynağını aynı frekansta yüksek genlikle titreştirmesine rezonans denir.

Rezonans olayının müzik, tıp, haberleşme gibi birçok alanda yararlı uygulamaları vardır. Rezonans olayı, müzik aletlerinin gövdelerinin biçimlendirilmesinde de önemli rol oynar.

Görüntüleme amaçlı kullanılan MR (Manyetik Rezonans) cihazlarındaki radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomları rezonansa getirilmektedir.



Rezonansa gelmiş cisimler, çok yüksek genlikle titreşirler. Bu durum maddenin şekil bütünlüğünün bozulmasına da yol açabilir. Bir köprünün hafif şiddetli bir rüzgar etkisinde rezonans oluşturup yıkılması olayı rezonansa örnektir.

5. Yankı

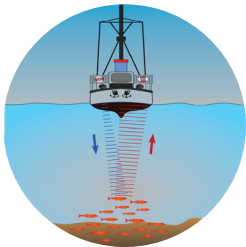
Ses dalgalarının sert bir yüzeye çarpıp ses kaynağına geri dönmesine yankı denir.

Çevre ve sağlık sorunlarına neden olabilen, istenmeyen birçok sesin kulağa yoğun olarak gelmesiyle oluşan ses kirliliğine gürültü denir.

SES DALGALARININ TIP, DENİZCİLİK, SANAT VE COĞRAFYA ALANLARINDA KULLANIMI



Ultrasonografi adı verilen cihazda ultrasonik ses dalgaları kullanılarak canlıların iç organları incelenir. Bu sayede hastalıklı dokular, ana rahmindeki ceninin üç boyutlu görüntüsü, kalp kapakçıklarının hareketi ve tümörler ile ilgili bilgiler elde edilir.



Balıkçılar, sonar cihazları yardımıyla balık sürülerinin yerini, hareket yönünü ve balık miktarını tespit ederler.

Sonar cihazından yayılan ses dalgaları engelden yansiyarak sonara ulaşır.

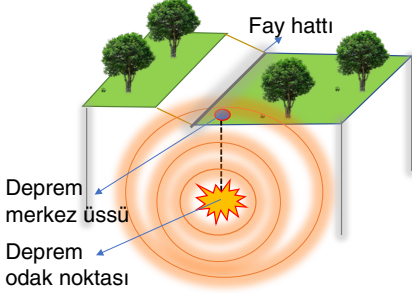
Sonar cihazı, gönderdiği ses dalgası ve yansıyan dalga arasındaki zaman farkını hesaplayarak sesin yansıdığı yüzey ya da cismin uzaklığı ve özellikleri hakkında bilgi verir.



Tiyatro salonlarında sesin daha kaliteli olması için gerekli akustik çalışmalar yapılır.

Mimar Sinan'ın Selimiye Camisi'nin akustiği, akustiğin sanattaki kullanımına iyi bir örnektir.

DEPREM DALGALARI



Deprem, yer kabuğunun sarsılmasına denir. Yer kabuğundaki levhaların birbiri ile yaptıkları sürtünme, sıkıştırma, üst üste çıkma gibi hareketler sonucunda yer kabuğu çatlakları oluşur. Depremler genellikle bu çatlakların kırılması ile gerçekleşir.

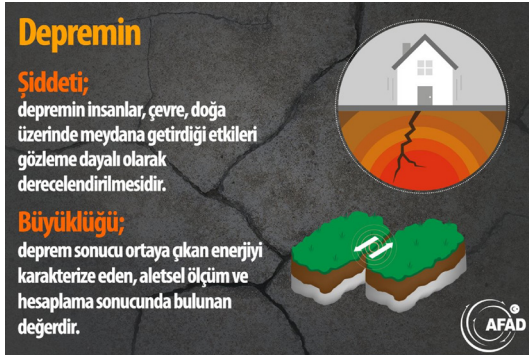
Bir depremin yer altında meydana geldiği noktaya odak noktası, deprem dalgalarının yeryüzüne en kısa yoldan ulaştığı yere ise **merkez üssü** denir.

Yer kabuğunda oluşan kırıklıklar fay, bu kırıklıkların başlama ve bitme noktası arasındaki mesafe **fay hattı** olarak adlandırılır.

Depremler genelde fay hatlarının üzerinde meydana gelir. Fay hatlarının yanı sıra volkanik patlamalar ya da çöküntüler depremlere yol açabilir. Fayların çok olduğu veya volkanların bulunduğu yerler **deprem bölgesi** olarak adlandırılır.

- Deprem sırasında dalgalar hâlinde yayılan enerji yeryüzünde ana sarsıntıdan önce ve sonra küçük sarsıntılara yol açabilir. Bu sarsıntılar sırasıyla **öncü deprem ve artçı deprem** olarak adlandırılır.
- Tsunami, okyanus ya da denizlerin dibinde oluşan deprem, volkan patlaması ve bunlara bağlı deniz zeminin çökmesi veya kayması gibi tektonik olaylar sonucu denize aktarılan enerji nedeniyle oluşan uzun salınımlı dev deniz dalgalarıdır.
- Deprem ile ilgili çalışmalar yapan bilim dalına **sismoloji (deprembilimi)**, bu alanda çalışan bilim insanlarına ise **sismolog (deprembilimci)** denir. Depremi ölçen alete **sismograf** denir.
- Mekanik dalgalardan olan deprem dalgaları; enine, boyuna veya hem enine hem boyuna dalgalar olabilir.

DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞİDDETİ



Depremin büyüklüğü, kırılan yüzeyin büyüklüğünü ve ortaya çıkan enerjinin düzeyini belirten bir ölçüdür. Depremin büyüklüğü sismograf adı verilen aletle ölçülür. Yapılan ölçüm Richter (Rihter) ölçeği denilen bir ölçümle tanımlanır. Bu ölçekte deprem dalgalarının büyüklüğü 1 ile 9 arasındaki rakamlarla ifade edilir. Richter ölçeğinde her birim artış, yer sarsıntılarında 10 katlık artışa karşılık gelir.

Depremin şiddeti, herhangi bir derinlikte meydana gelen depremin doğa, bina ve insanlar üzerindeki etkilerinin ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, uzaklığı ve yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılığa bağlıdır. Bu nedenle iki farklı bölgede aynı büyüklükte gerçekleşen iki depremin şiddetleri farklı olabilir.

Depremin şiddeti, depremin büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermez.



PÜF NOKTA

Depreme yakın bütün bölgelerde depremin büyüklüğü aynı değerde iken depremin şiddeti hasarın az ya da çok oluşuna göre farklı değerlerde olabilir.



NOT

Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yer yüzüne olan uzaklığı depremin odak derinliği olarak adlandırılır.

Deprem Tehlikesine Karşı Alınabilecek Önlemler

Depremler, gerekli önlemler alınmadığı takdirde büyük felaketlere neden olabilen doğa olaylarıdır. Önceden alacağımız önlemlerle depremin yol açacağı zararları azaltabiliriz. Bu önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

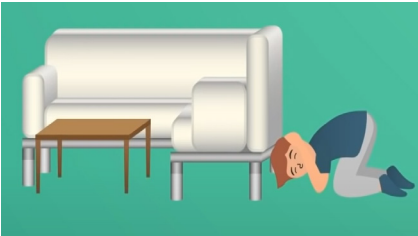
- Depreme dayanıklı binalar yapılmalı ve mevcut binaların dayanıklı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Bir deprem planı oluşturularak bu planda deprem anında güvenli yerler, deprem sonrası binadan çıkış yolları belirlenmelidir.
- Evde devrilebilecek eşyalar duvarlara sabitlenmelidir.
- Yatakların çevresinde ve üzerinde düşebilecek nesneler bulundurulmamalıdır.
- Her odada emniyetli yerler, deprem sırasında sığınmak üzere belirlenmelidir.
- Elektrik ve gaz tesisatının sağlam hale getirilmelidir.
- İhtiyaç malzemelerinin bulunduğu bir deprem çantası hazırlanmalı ve çanta kolayca ulaşabilecek yere konulmalıdır.
- İlk yardım hakkında bilgi edinilmelidir.



Depremde aynı bölgedeki bazı evler ağır hasar alırken bazılarının çok az hasar alması binaların farklı dayanıklılıkta olduğunu göstermektedir.



Yapıda uygun olan kata veya zeminde yer alan kolonlara yerleştirilen yatay hareket eden sismik izolatörler, depremin şiddetinin azalmasına yardımcı olur.



Deprem sırasında en yakın yerdeki sağlam bir kanep, dolap, masa kenarında hayat üçgeni oluşturacak şekilde "ÇÖK-KAPAN-TUTUN" pozisyonu alınmalıdır.



Deprem sırasında bir deniz kıyısında suların çekildiğini görürsek tsunami tehlikesi ihtimaline karşı çevremizdekileri de uyararak hızla yüksek bir yere doğru hareket etmeliyiz.

IŞIK, IŞIK ŞİDDETİ, IŞIK AKISI VE AYDINLANMA ŞİDDETİ

IŞIĞIN DAVRANIŞ MODELLERİ

Işık ve ışık olaylarını inceleyen fiziğin alt dalına **optik** denir.

Antik Mısır ve Yunan filozofların yaşadığı dönemden başlayan ışık ile ilgili çalışmalarda 17. yüzyılın sonlarına kadar, ışınların cisimlerden göze gelmesiyle cisimlerin görülebildiği açıklanmıştır.

Işığın yapısını açıklamaya yönelik ilk bilgiler, 17. yüzyılın sonlarına doğru İngiliz bilim insanı Isaac Newton ve Hollandalı bilim insanı Christiaan Huygens tarafından ortaya konmuştur.

Newton, ışığın tanecikler şeklinde yayıldığını ifade etmiş, kırılma ve yansıma olaylarını tanecik modeliyle açıklamıştır.

Huygens ise ışığın gösterdiği bazı özelliklerin ışığın dalga karakteri ile açıklanabildiğini ifade etmiştir.

Işığın tanecik modeli, yansıma olayını tamamen açıklayabilirken ışığın kırılması sırasında ışığın hızının değişmesini açıklayamamıştır.

Thomas Young ışığın dalga doğasına sahip olduğunu girişim deneyiyle kanıtlamıştır.

James Clerk Maxwell ışığın yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar olduğunu açıklamıştır.

Işığın dalga doğası yardımıyla bazı ışık olayları açıklanabilirken bazılarının açıklanamaması durumundan yola çıkan Max Planck, ışık dalgası enerjisinin foton adı verilen enerji paketleri şeklinde yayıldığı teorisini ortaya koymuştur.

Bu teori, Albert Einstein tarafından geliştirilerek kuantum fiziğinin temelini oluşturacak tanecik modeli olarak tekrar ortaya konmuştur.



PÜF NOKTA

Işığın bazı olaylarda tanecik bazı olaylarda da dalga özelliği gösterdiği bilgisine ulaşılmıştır.



KRİTİK BİLGİ

Işık, ilginç bir biçimde hem tanecik hem de dalga gibi davranabilmektedir. 1924 yılında Fransız Fizikçi de Broglie ve daha sonra Avusturyalı Fizikçi Schrödinger ışığın dalga ve tanecik modellerini birleştirerek dalga mekaniğini kurmuşlardır.



PÜF NOKTA

Işığın sadece tanecik modeli ile açıklayabildiği olaylar,

Fotoelektrik olay

Compton olayı

Siyah cisim ışıması

Işığın sadece dalga modeli ile açıklayabildiği olaylar,

Kırılma sonucu ışığın ortamda hızının değişmesi

Prizmada ışığın renklere ayrılması

Girişim

Kırınım

Işığın hem tanecik hem de dalga modeli ile açıklayabildiği olaylar,

Birbiri içinden geçme

Yansıma

Aydınlanma

IŞIK ŞİDDETİ, IŞIK AKISI VE AYDINLANMA ŞİDDETİ KAVRAMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Işık Şiddeti:

Birim zamanda belirli bir doğrultuda yayılan ışığın yoğunluğuyla ilgili fiziksel bir niceliktir. Işık şiddeti I sembolüyle gösterilir. Temel bir büyüklük olup SI'da birimi candela(cd)'dir. Hem dalga hem de tanecik modeline göre ışık ışınları her yöne doğrusal yolla yayıldığı için şekildeki gibi modellenir.



25 W



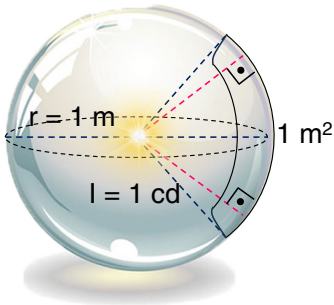
50 W

DİKKAT

Kaynağın ışık şiddeti arttıkça modelde çizilen çizgi sayısı da artar.

Işık Akısı:

Bir ışık kaynağının, belirli bir yüzeye birim zamanda düşürdüğü ışık enerjisine **ışık akısı** denir. Işık akısı Φ (fi) sembolüyle gösterilir. SI'da birimi lümen (lm)'dir.



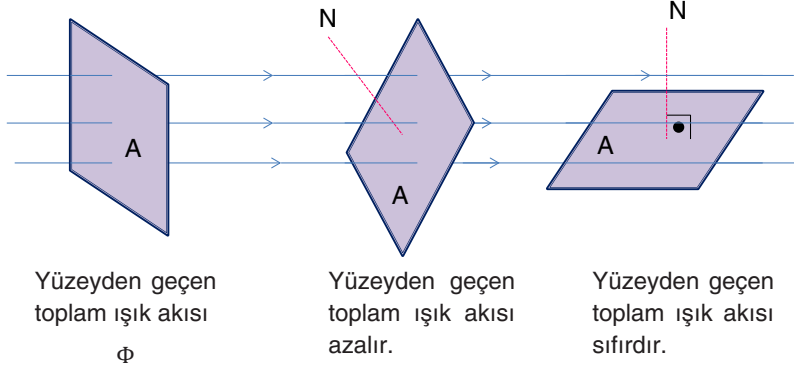
İçi boş tam bir kürenin merkezine konulmuş ışık şiddeti I olan noktasal ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı aşağıdaki matematiksel modelde verilmiştir.

$$\Phi = 4\pi I$$

Bu modelden anlaşılacağı gibi bir kaynağın ışık akısı o kaynağın ışık şiddetine bağlıdır. Işık şiddeti kaynaktan sadece belli bir doğrultuda yayılan ışık enerjisiyken ışık akısı her yöne yayılan toplam ışık enerjisidir.

Yarıçapı 1 m olan içi boş kürenin merkezine yerleştirilmiş ışık şiddeti 1 cd olan ışık kaynağının küre yüzeyindeki 1 m²'lik bir alanda oluşturduğu ışık akısına **lümen** denir.

Yüzey alanı A olan bir yüzey ışık akısı Φ olan paralel ışık demetinin içine dik konulduğunda yüzeyde toplam ışık akısı maksimum olur. Yüzey döndürülerek şekildeki konumlara getirildiğinde,



Aydınlanma Şiddeti:

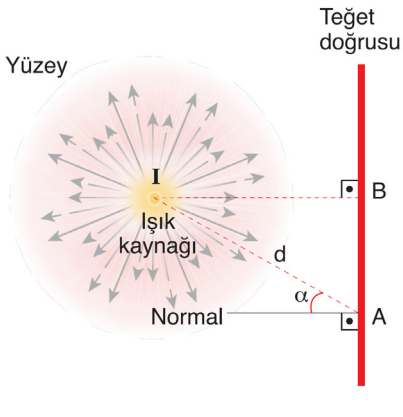
Herhangi bir ışık kaynağının yaydığı ışık miktarı bilinirse kaynağın herhangi bir yüzeyde oluşturacağı aydınlanma şiddeti bulunabilir. Örneğin sokak lambasının sokağı ne kadar aydınlatacağını bulabiliriz.

Birim yüzeye düşen ışık akısına **aydınlanma şiddeti** denir. E ile gösterilir. SI birim sisteminde aydınlanma şiddeti birimi lüks (lx)'tür.

Herhangi bir A yüzeyinde, toplam ışık akısı Φ olan kaynağın oluşturduğu aydınlanma şiddeti

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

ifadesi ile bulunur.



$$E = \frac{\phi}{A} = \frac{4\pi I}{4\pi d^2} \Rightarrow E = \frac{I}{d^2}$$

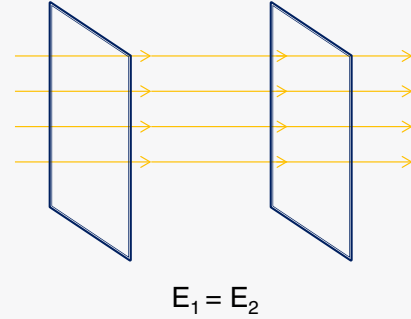
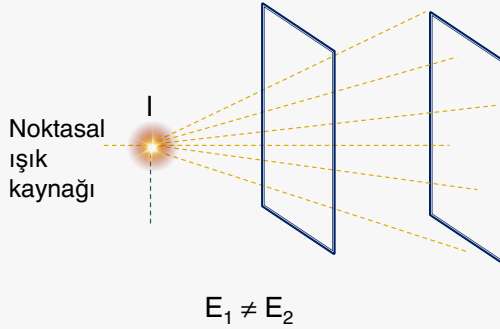
$$E_A = \frac{I}{d^2} \cdot \cos \alpha$$

Aydınlanma Şiddeti	Işık Şiddeti	Uzaklık
E	I	d
Ix	cd	m



KRİTİK BİLGİ

Uzaklık noktasal kaynaklar için önemlidir, paralel ışınlar için önemli değildir.



Crookes Radyometresi

Bir elektromanyetik dalga olan ışık enerji taşır. Işık enerji ile birlikte çizgisel momentum da taşır. Bu nedenle herhangi bir yüzeye düşen ışık yüzeye hem ısı alışverişi hem de momentum ve itme ilişkisi içinde olur.

Işık basıncı deneylerle de ispatlanmış bir özelliktir. Işık basıncını ölçmek için bazı düzenekler geliştirilmiştir. Bunlardan biri 1873 yılında Sir William Crookes tarafından yapılan ve kendi adıyla anılan Crookes radyometresidir.

GÖLGE

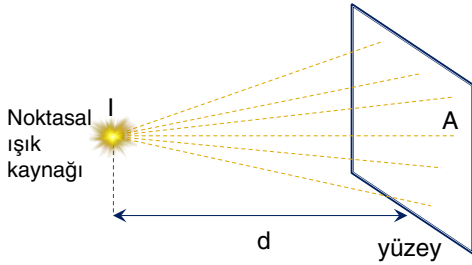
GÖLGE OLUŞUMU

Saydam, Yarı Saydam ve Saydam Olmayan Maddelerin Işık Geçirme Özellikleri:

- Üzerine düşen ışığı geçiren maddelere **saydam madde** denir. Cam, su hava gibi
- Işığın bir kısmını geçiren maddelere **yarı saydam madde** denir. Buzlu cam gibi
- Işığı hiç geçirmeyen maddelere ise **saydam olmayan (opak) madde** denir. Tahta, demir gibi



GÖLGE



Bir ışık kaynağından grup halinde yayılan ışık huzmesine **ışık demeti** denir.

- Işık kaynağından çıkan ve ışığın yolunu belirleyen en ince ışık demetine ışık ışını denir.
- Işık doğrular boyunca yayılır.

Kaynaktan yayılan ışık ışınları ortamda ilerlerken saydam cisimlerle karşılaştığında bu cisimlerden geçtikleri için gölge oluşmaz.

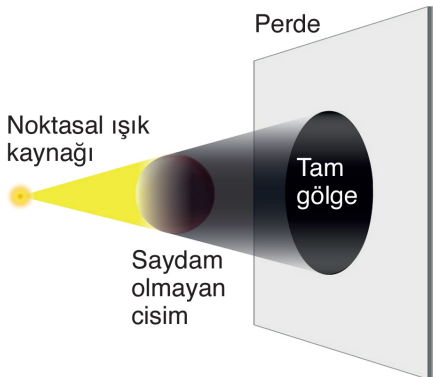
Saydam olmayan cisimlerle karşılaştığında ise bu cisimleri geçemez. Bu nedenle saydam olmayan cisimlerin arkasında karanlık bölgeler oluşur. Oluşan bu karanlık bölgelere **gölge** denir.

**DİKKAT**

Gölgenin şekli; ışık kaynağına, saydam olmayan cismin şekline ve perdenin konumuna bağlı olarak değişir.

TAM GÖLGE VE YARI GÖLGE

Noktasal Işık Kaynağı



Noktasal ışık kaynağı ve perde arasına saydam olmayan bir cisim şeklindeki gibi yerleştirildiğinde perde üzerinde belli bir bölgeye ışık düşmediği için karanlık bir bölge oluşur. Buna **tam gölge** denir.



KRİTİK BİLGİ

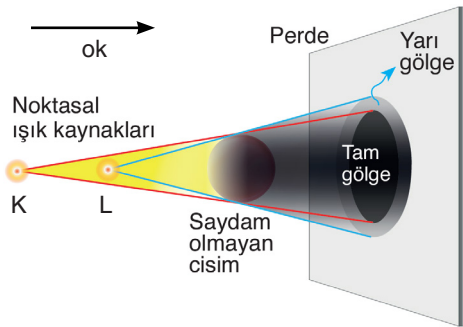
Noktasal ışık kaynağı cisme yaklaştırıldıkça ve ekran cisimden uzaklaştırıldıkça tam gölge alanı artar.

Bir cismin gölgesi bir ışık kaynağından ışık alıyorsa bu bölgede oluşan gölge **yarı gölge** olarak tanımlanır.



PÜF NOKTA

Tam gölge ve yarı gölge oluşturabilmek için noktasal iki ışık kaynağı yada küresel bir ışık kaynağı kullanmak gerekir.



İki noktasal ışık kaynağı ve saydam olmayan cisim ile oluşturulan sistemde perde üzerinde her iki kaynaktan da ışık almayan bölgede tam gölge sadece tek bir kaynaktan ışık alan bölgede yarı gölge oluşur. Perdenin geri kalan kısmında ise her iki kaynaktan da ışık alabildiği için aydınlıktır.



DİKKAT

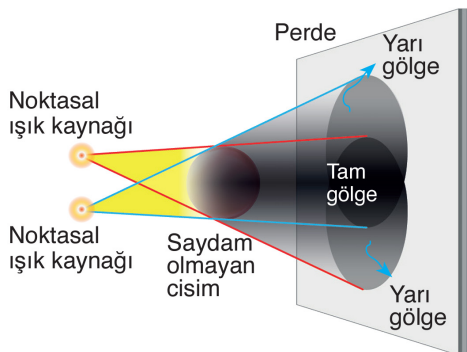
Tam ve yarı gölge alanının değişimi,

K ışık kaynağı ok yönünde hareket ederse tam gölge **büyür**, yarı gölge **küçülür**.

L ışık kaynağı ok yönünde hareket ederse tam gölge **değişmez**, yarı gölge **büyür**.

Sadece cisim ok yönünde hareket ederse tam gölge ve yarı gölge **küçülür**.

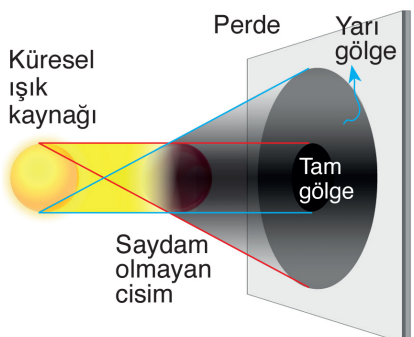
Sadece perde ok yönünde hareket ederse tam gölge ve yarı gölge **büyür**.



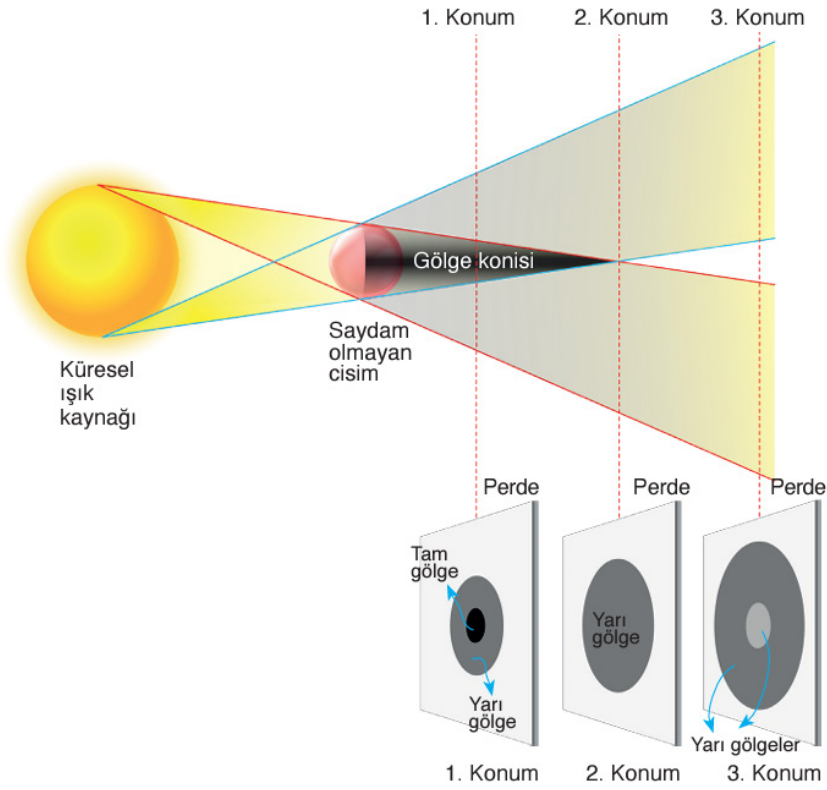
İki farklı noktasal ışık kaynağı aynı düşey doğrultuda tutularak önlerine saydam olmayan bir cisim konulduğunda tam gölge ve yarı gölge şekilindeki gibi oluşur.

Küresel Işık Kaynağı

Kaynak ve cisim aynı büyüklükte ise

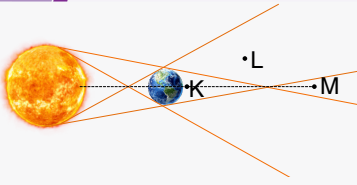


Küresel ışık kaynağı şekildeki gibi yerleştirildikten sonra kaynakların uçları noktasal birer ışık kaynağı gibi düşünülür. Kaynak perde arasına saydam olmayan cisim şekildeki gibi yerleştirildiğinde perde üzerinde iki farklı bölge oluşur. Kaynaklardan hiç ışık almayan bölgede tam gölge biraz ışık alan bölgede yarı gölge oluşur. Perdenin geri kalan kısmında ise her iki kaynaktan da ışık alabildiği için aydınlıktır.

Kaynak cisimden büyük ise

Küresel ışık kaynağı saydam olmayan cisimden büyük ise tam ve yarı gölgenin durumunu üç farklı noktaya perde yerleştirerek incelemek gerekir.

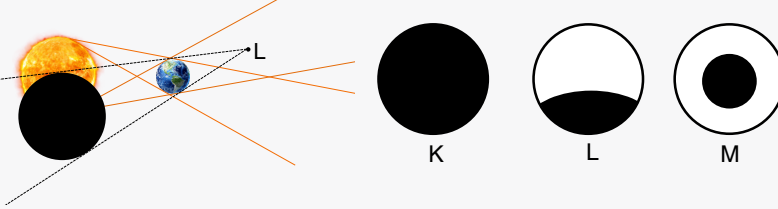
- I. Perdede tam ve yarı gölge
- II. Perdede noktasal bir tam gölge çevresi yarı gölge
- III. Perdede ise yarı gölge oluşur.

? SORU

K, L ve M noktalarındaki gözlemcilerin küresel ışık kaynağına baktığında göcekleri görüntüler nasıl olur?

? ÇÖZÜM

K, L, M noktalarından cismin uçlarına teğet çizildiğinde K noktasının küresel ışık kaynağını hiç göremediği, L noktasının şekildeki gibi kısmen gördüğü M noktasının ise ışık kaynağının orta kısmını göremeyip dış kısmını görebildiği verilmiştir.

**! DİKKAT**

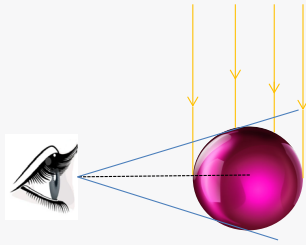
Perde üzerinde oluşan tam ve yarı gölgenin büyüklükleri ışık kaynağı, top ve perde arasındaki uzaklığa bağlıdır.

Gölge oluşumunu doğru şekilde gösterebilmek için ışık kaynağında çıkan ışınların saydam olmayan cisme teğet olması gerekir.

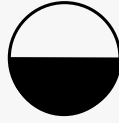
Noktasal bir kaynakla gölge oluşturmak için kaynaktan cismin uçlarına en az iki ışın göndermek gerekir.



KRİTİK BİLGİ



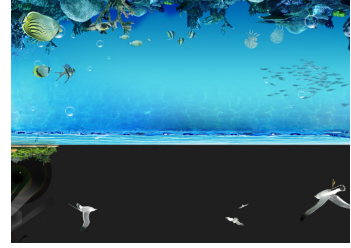
Küresel bir topa, paralel ışık demeti şekildeki gibi gönderildiğinde topun ışık alan üst yarım küresi aydınlık, ışığın gelmediği alt yarım küre ise karanlık görülür.



Topa bakan göz topu şekildeki gibi görür.

IŞIĞIN YANSIMASI VE DÜZLEM AYINALAR

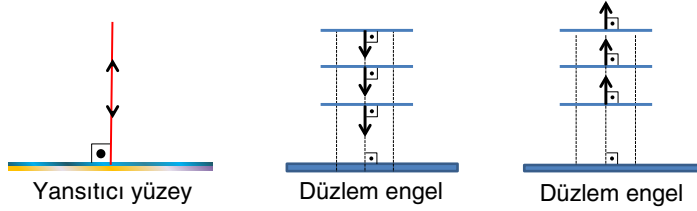
IŞIĞIN YANSIMASI VE SU DALGALARINDAKİ YANSIMA ARASINDAKİ İLİŞKİ



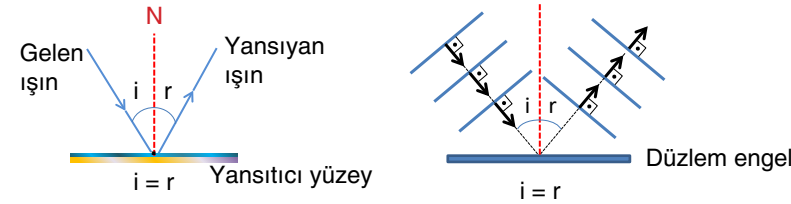
Deniz kenarında durup denizi seyrettiğimizde suyun farklı şekiller aldığını görürüz. Aslında suyun rastgele hareketi olarak yorumladığımız bu olaylar fizik kanunlarına uygun olarak gerçekleşir. Bir ortamda yayılan su dalgalarının önüne bir engel çıktığında dalgalar, yansarak geldiği ortama geri dönerler. Su dalgaları bir ortamda yayılırken farklı özellikteki ortama girdiğinde kırılmaya uğrar ve o ortamda yayılır. Bunun benzeri olayları ışık olaylarında da gözlemleriz. Işığın başka özellikleri de su dalgaları ile benzerlik gösterir.

IŞIĞIN YANSIMASI

Işık ışınları ilerlerken herhangi bir yüzeye çarpıp bir kısmının veya tamamının geri dönmesine **yansımaya** denir.



Yansıtıcı yüzeye dik gönderilen ışığın yansıması, düzlem engele paralel olarak gelen doğrusal su dalgalarının yansıması gibidir.



Yansıtıcı yüzeye i gelme açısı ile gelen ışın doğrusal su dalgalarında olduğu gibi aynı açı ile geri yansır.



PÜF NOKTA

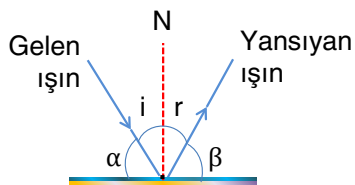
Bazı cisimler ışık kaynağı olmadığı halde yadıkları ışık, gözlemci tarafından ışık kaynağı gibi görülür. Bunun sebebi cisimlerin üzerlerine düşen ışığı yansıtmaıdır.



HATIRLAYALIM

Gelen ışığın düştüğü noktadan yüzeye çizilen dikmeye yüzeyin normali denir.

YANSIMA KANUNLARI



- I. Gelen ışın, yansıyan ışın ve normal aynı düzlem içindedir.
- II. Gelme açısı ile yansıma açısı aynı düzlem içindedir.

**DİKKAT**

Gelme açısı, yansıma açısına eşittir. ($i = r$)

Gelen ışının yüzeyle yaptığı açı yansıyan ışının yüzeyle yaptığı açıya eşittir. ($\alpha = \beta$)

**PÜF NOKTA**

Yansıma olayında ışığın hızı, frekansı ve rengi değişmez.

**PÜF NOKTA**

Beyaz
Işık

Bir cismin görülmesinde ışığın etkisi,

Işık ışınları bir kaynaktan çıkar ve cisme çarpar.

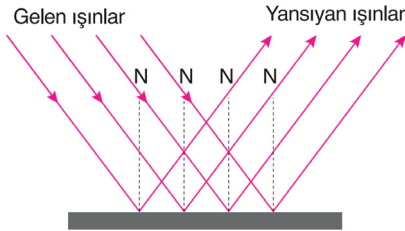
Cisim ışınların bir kısmını yansıtır. Yansıyan ışığın bir kısmı gözümüze ulaşır ve biz cismi görürüz.

Işık kaynağı olmayan cisimler karanlık ortamda görülmez ve siyah cisimler de ışığı yansıtmaz.

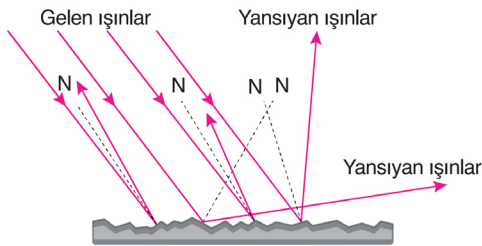
Bir cismin görülmesi için,

I. Cismin üzerine ışık düşmeli.

II. Cisim üzerine düşen ışınlar yansıdıktan sonra gözümüze ulaşmalıdır.

DÜZGÜN VE DAĞINIK YANSIMA**Düzgün yansıma:**

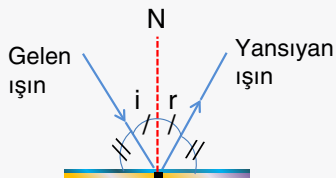
Birbirine paralel olarak gönderilen ışınların, yüzeyden birbirine paralel olarak yansımasına denir.

Dağınık yansıma:

Birbirine paralel olarak gönderilen ışınların, yüzeyden farklı doğrultularda yansımasına denir.

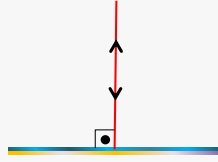
DÜZLEM AYNA

Görüntü oluşturabilme özelliğine sahip yüzeylere **ayna** denir. Yüzeyi düz olan aynalara **düzlem ayna** denir. Düzlem aynada cismin boyu ile görüntü boyu aynıdır. Genellikle düzlem aynalar bu özelliğinden dolayı evlerde ve mağazalarda kullanılır.

**HATIRLAYALIM**

Düzlem aynaya gelen ışının gelme açısı ile yansıyan ışının yansıma açısı eşittir. ($i = r$)

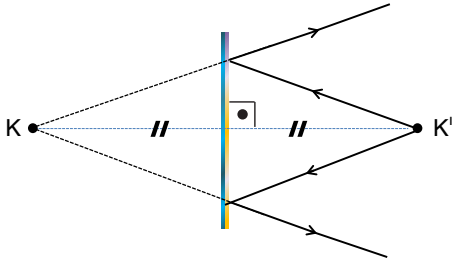
! DİKKAT



Düzlem aynaya normal üzerinden (dik gönderilen) ışın kendi üzerinden geri döner.

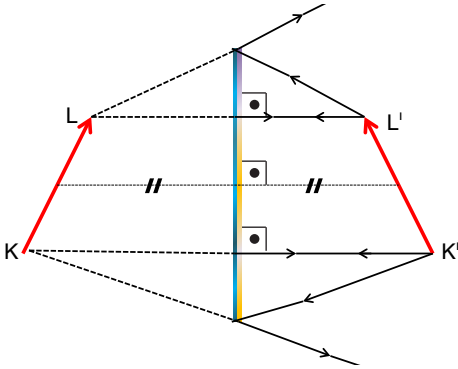
DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ

Noktasal bir cismin görüntüsü:



Noktasal bir cismin görüntüsünü bulabilmek için noktadan aynaya en az iki ışın göndermek gerekir.

Noktasal olmayan bir cismin görüntüsü:

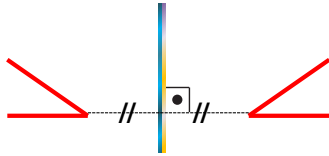


Cismin uçları noktasal cisim kabul edilip buna göre düzlem aynaya ışın gönderilip çizim yapılır.

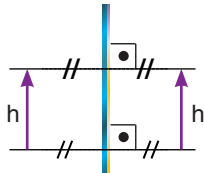
! DİKKAT

Düzlem aynadaki ışınların uzantıları görüntüyü oluşturduğu için zahiri (sanal)'dır.

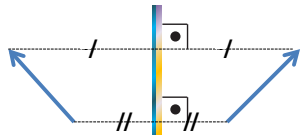
GÖRÜNTÜNÜN ÖZELLİKLERİ



Görüntü simetriktr.



Cisim ile görüntünün düzlem aynadaki boyları eşittir.



Cismin aynaya uzaklığı ile görüntünün aynaya uzaklığı eşittir.



KRİTİK BİLGİ



Ambulans ve itfaiye gibi geçiş önceliği bulunan araçların ön tarafındaki yazıların ters yazılmasının nedeni öndeki araçların dikiz aynalarında simetrik görüntü oluşur ve bu sayede yazı düz okunur.

DÜZLEM AYNADA GÖRÜŞ ALANI

Gözlemcinin aynaya baktığında görebildiği alana **görüş alanı** denir.

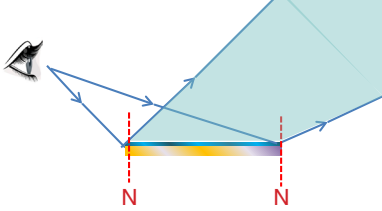


KRİTİK BİLGİ

Gözlemci aynaya baktığında aynadaki görüntünün görülebilmesi için, cisim görüş alanı içinde olmalıdır ve göz ile görüntü arasında saydam olmayan cisim ya da saydam olmayan cismin görüntüsü olmamalıdır.

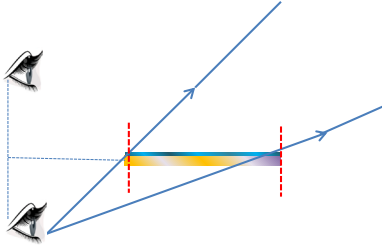
Görüş alanı üç yolla bulunabilir:

I. YOL



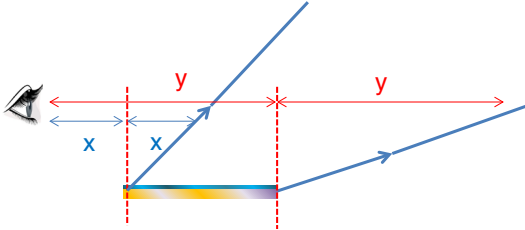
Gözden aynanın uçlarına birer ışın gönderilip yansıtılır, yansıyan ışınlar arasında kalan bölge görüş alanıdır.

II. YOL

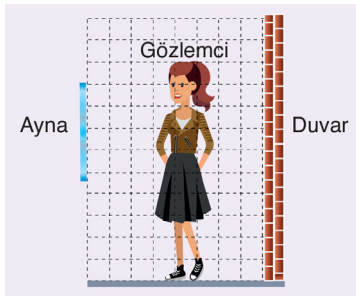


Gözün aynadaki görüntüsünün yeri bulunup aynanın iki ucuna ışık ışınları çizilir. Işıkların aynanın önünde kalan kısmının arası görüş alanıdır.

III. YOL



Aynanın uçlarına normal çizilir. Gözün bu normale göre dik uzaklıkları bulunur. Aynanın uçlarından bu noktalara doğru çizilir. Bu doğrular arasındaki bölge görüş alanıdır.

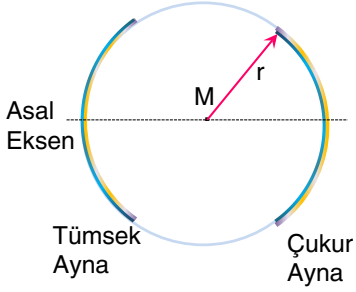


Eşit karelere bölünmüş düzlemde bulunan gözlemci, düzlem ayna yardımıyla vücudunun ve yeterince yüksek olan duvarın bir kısmını görebilmektedir. Gözlemcinin aynaya yaklaşması veya aynadan uzaklaşması vücudunda gördüğü alanı değiştirmez. Duvarda gördüğü alan ise gözlemci aynaya yaklaştıkça artar, aynadan uzaklaştıkça azalır.

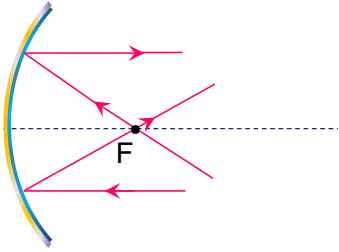
KÜRESEL AYNALARIN ÖZELLİKLERİ VE KÜRESEL AYNALARDA ÖZEL IŞINLAR

KÜRESEL AYNA

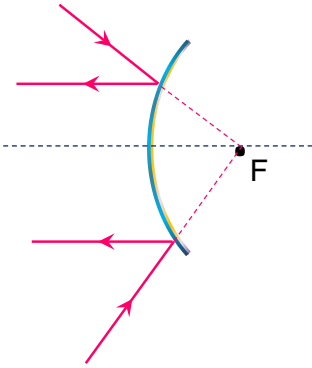
Yansıtıcı bir küre kabuğu parçasından elde edilen aynalara **küresel ayna** denir. Aynaların günlük hayatta birçok kullanım alanı vardır. Geniş alanlar görebilmek ya da cisimleri olduklarından daha büyük göstermek gibi farklı kullanım amaçlarına göre farklı çeşit aynalar kullanılır.



İç yüzeyi yansıtıcı olan küresel aynalara **çukur ayna** ya da **iç bükey ayna**, dış yüzeyi yansıtıcı olan küresel aynalara **tümssek ayna** ya da **dış bükey ayna** denir.

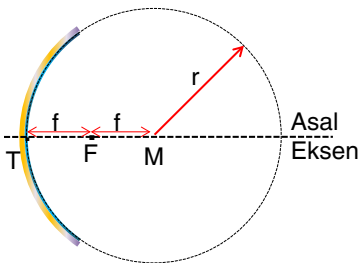


Çukur aynalar paralel gelen ışın demetini odak noktasında toplar. Ayrıca aynadaki görüntünün büyütülmesi içinde kullanılır. Bu özelliğinden dolayı da dışçı aynaları, güneş fırınlarında, araç farlarında, teleskop yapımında, el feneri ve ısıtıcılarda, makyaj aynaları, deniz feneri, tavan lambası vb. kullanılan ayna tipleri çukur aynalardır.



Tümssek aynalar ise paralel gelen ışın demetini dağıtan aynalardır. Arabanın yan aynaları, kavşaklardaki aynalar, arabanın alt kısımlarını kontrol etmeye yarayan aynalar, güvenlik kontrolü için kullanılan aynalar vb. kullanılan ayna tipleri tümssek aynalardır.

Küresel aynalarda şekli küreye tamamladığımızı düşünürsek:



Kürenin merkez noktası, aynanın da merkez noktasıdır. (M noktası)

Merkezden ve aynanın orta noktasından çizilen çizgi asal eksen çizgisidir.

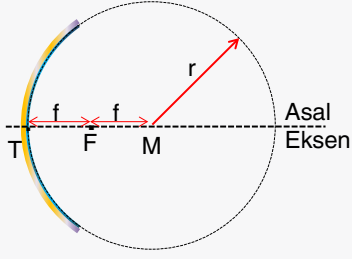
Asal eksenin aynayı kestiği nokta tepe noktasıdır. (T noktası)

Tepe noktası ile Merkez noktasının tam ortasındaki nokta odak noktasıdır. (F noktası)



PÜF NOKTA

Küresel aynaların odak uzaklığı sadece yarıçapa bağlıdır.



r : Kürenin eğrilik yarıçapı

F : odak noktası

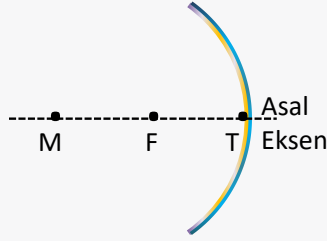
f = odak uzaklığı

$$f = r / 2$$

Merkez noktasının aynaya uzaklığı $2f$ olur.



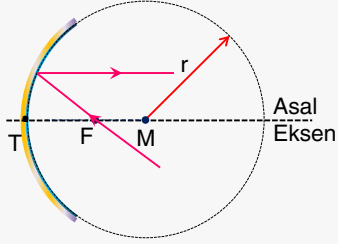
DİKKAT



Tümsek aynada F ve M aynanın arkasındadır.



DİKKAT



Odak uzaklığı (f) sadece eğrilik yarıçapına bağlıdır.

Odak uzaklığı (f);
aynanın bulunduğu ortamın cinsi,
ışığın rengi gibi faktörlere bağlı değildir.



HATIRLAYALIM

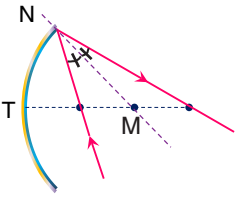
Küresel ayna üzerine düşürülen ışık ışınlarının yansıması olayı, yansıma kanunlarına göre gerçekleşir. Gelme açısı, yansıma açısına eşit olur.



DİKKAT

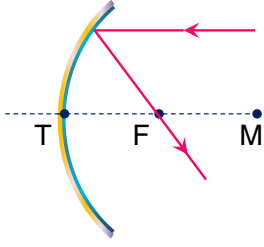
Kürenin merkezinden geçen bütün doğrular kürenin yüzeyine dik olduğundan, küresel aynalarda aynanın merkezinden ayna yüzeyine çizilen doğrular yüzey normalidir.

Çukur Aynada Herhangi Bir Işın Çizimi

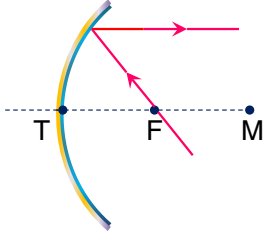


Çukur aynaya özel ışınların dışında herhangi bir ışın gönderildiğinde, ışının aynaya değme noktasına merkezden geçecek şekilde normal çizilir. Gelen ışın normal ile eşit açı yapacak şekilde yansır.

ÇUKUR AYNADA ÖZEL IŞINLAR



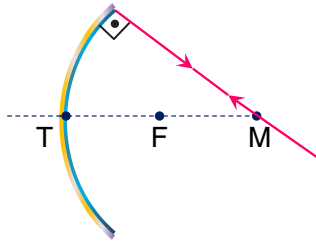
Asal eksene paralel gelen ışın odaktan geçerek yansır.



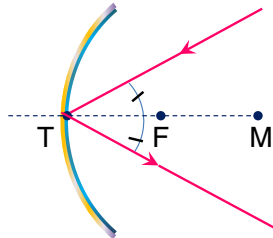
Odak noktasından gelen ışın asal eksene paralel yansır.

**DİKKAT**

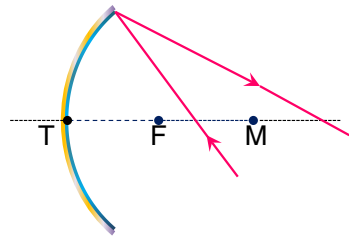
Işık tersinir yol izler.



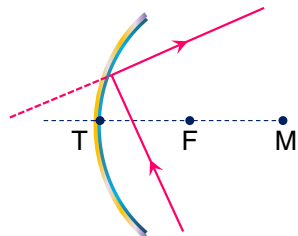
Merkez noktasından geçerek gelen ışın normal üzerinden geldiğinden kendi üzerinden yansır.



Tepe noktasına gelen ışın asal eksenle eşit açı yaparak yansır.

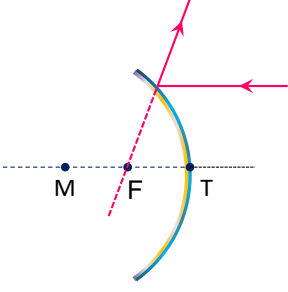


Odak noktası ile merkez noktası arasından gelen ışın merkezin dışındaki bir yerden asal eksenini keserek yansır.

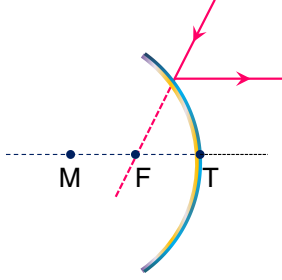


Odak noktası ile tepe noktası arasından gelen ışın uzantısı aynanın arkasındaki bir yerden asal eksenini kesecek şekilde yansır.

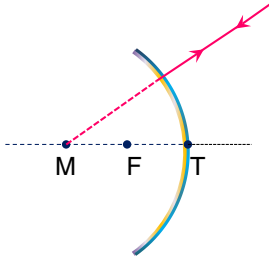
TÜMSEK AYNADA ÖZEL IŞINLAR



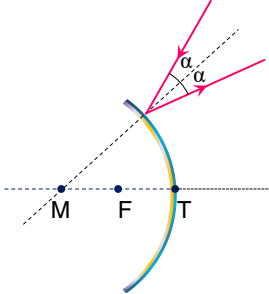
Asal eksene paralel gelen ışın, uzantısı odaktan geçecek şekilde yansır.



Uzantısı odaktan geçerek gelen ışın, asal eksene paralel yansır.



Uzantısı merkezden geçerek gelen ışın, ayna yüzeyine dik geldiğinden kendi üzerinden yansır.



Gelen ışının normal ile yaptığı gelme açısı, yansıyan ışının normal ile yaptığı yansıma açısına eşit olacak şekilde yansıma gerçekleşir.

KÜRESEL AYNALARDA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

KÜRESEL AYNALARDA GÖRÜNTÜ

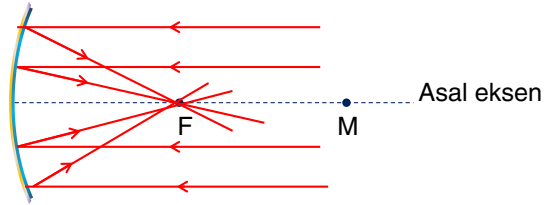
Görüntünün belirlenebilmesi için en az iki yansıyan ışına ihtiyaç vardır.

Yansıyan ışınların kendilerinin kesiştiği yerde cismin gerçek görüntüsü, uzantılarının kesiştiği yerde ise cismin sanal görüntüsü oluşur.

Aynadan yansıyan ışınların kendilerinin kesişmesi sonucu oluşan görüntüye gerçek görüntü, uzantılarının kesişmesi sonucu oluşan görüntüye de sanal (zahiri, gerçek olmayan) görüntü denir. Sanal görüntüler perde ekranı üzerine düşürülemeyen görüntülerdir.



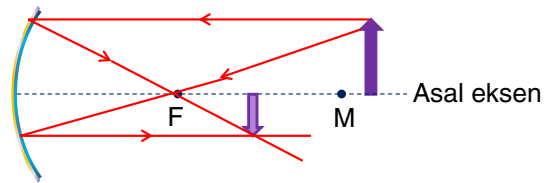
ÇUKUR AYNADA GÖRÜNTÜ

Cisim Sonsuzda ise:

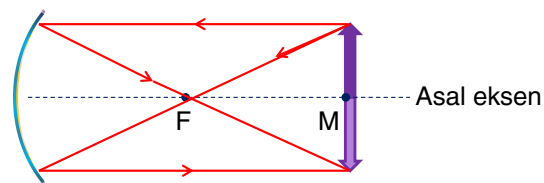
Aynadan çok uzaktaki cisim, sonsuzda kabul edilir.

Sonsuzdaki cisimden asal eksene paralel gelen ışınlar, yansımalar sonrası odak noktasından (F) geçer.

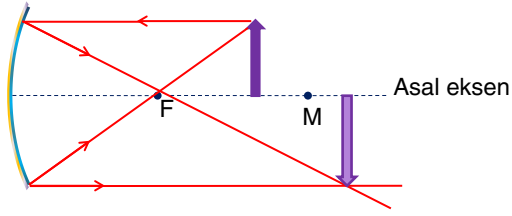
Görüntü odakta, nokta şeklinde, gerçektir.

Cisim Merkezin Dışında ise:

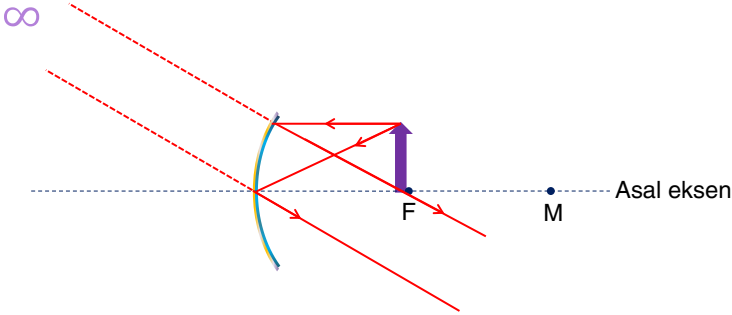
Görüntü F-M arasında, gerçek, ters, cisimden küçük boyda oluşur.

Cisim Merkezde ise:

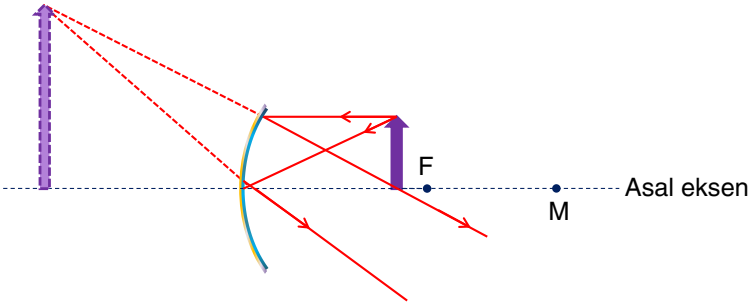
Görüntü Merkezde, gerçek, ters, cisimle aynı boyda oluşur.

Cisim Merkezle Odak Arasında ise:

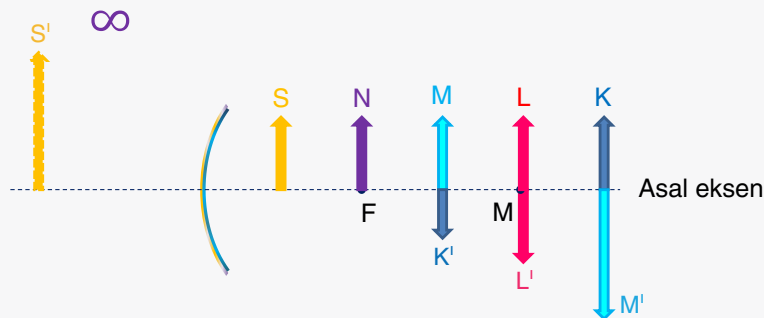
Görüntü merkezin dışında, gerçek, ters, cisimden büyük boyda oluşur.

Cisim Odakta ise:

Yansıyan ışınların kendisi veya uzantısı sonsuzda kesişeceğinden görüntü sonsuzdadır denir.

Cisim Ayna ile Odak Arasında ise:

Görüntü aynanın arkasında, sanal , düz, cisimden büyük boyda oluşur.

✓ **PÜF NOKTA**

Cisim aynaya yaklaştıkça görüntü aynadan uzaklaşır ve boyu büyür.

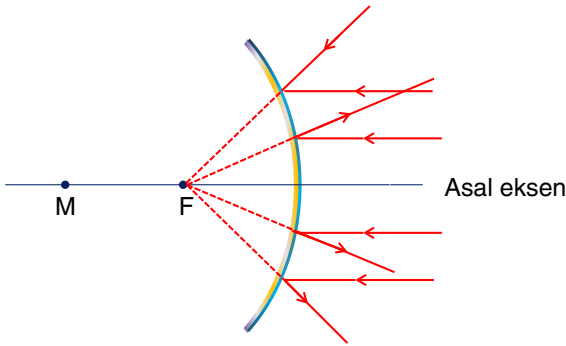


KRİTİK BİLGİ

CİSİM	Cismin Aynaya Uzaklığı	Görüntünün Aynaya Uzaklığı	Cismin Boyu	Görüntünün Boyu
K	$3f$	$1,5f$	h	$h/2$
L	$2f$	$2f$	h	h
M	$1,5f$	$3f$	h	$2h$
N	f	∞	h	
S	$f/2$	$-f$	h	$2h$

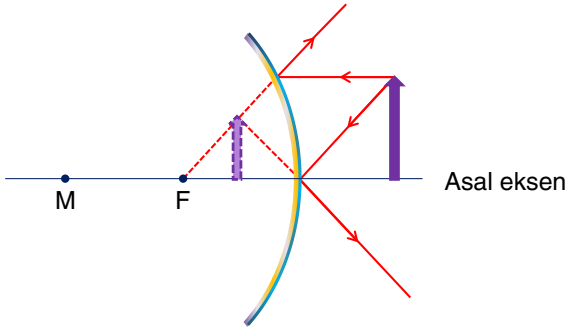
TÜMSEK AYNADA GÖRÜNTÜ

Cisim Aynaya Sonsuz Kadar Uzakta ise:



Sonsuzdaki cisimden tümsek aynaya gelen ışınlar birbirine ve asal eksene paralel kabul edildiğinden yansıyan ışınların uzantıları odak noktasında kesişir. Tümsek aynaya göre çok uzakta bulunan bir cismin görüntüsü aynanın arkasında, odakta, sanal ve noktasaldır.

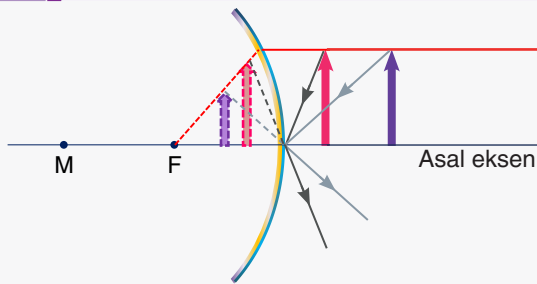
Cisim Aynanın Önünde ise:



Görüntü aynanın arkasında, F-T arasında, sanal, düz, cisimden küçük boyda oluşur.



KRİTİK BİLGİ



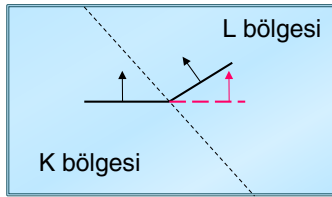
Cisim tümsek aynadan uzaklaştıkça, görüntü de aynadan uzaklaşır ve görüntünün boyu küçülür.

Cisim tümsek aynaya yaklaştıkça, görüntü de aynaya yaklaşır ve görüntünün boyu büyür.

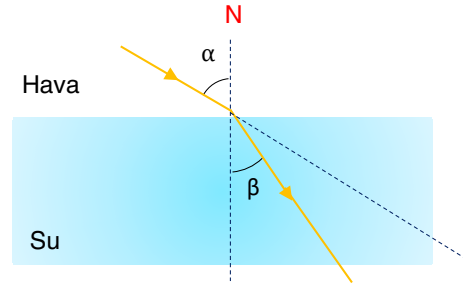
IŞIĞIN KIRILMASI

IŞIĞIN KIRILMASI İLE SU DALGALARININ KIRILMASI ARASINDAKİ BENZERLİK

Su dalgaları bir ortamda ilerlerken derinliği farklı bir ortama geçerken ilerleme doğrultusunu değiştirir. Bunun benzerini ışık ışınlarında da gözlemleyebiliriz. Işık ışınları da su dalgaları gibi farklı yoğunluktaki bir ortama geçtiğinde doğrultusunu değiştirir. Çay bardağına bakıldığında çay bardağının içindeki kaşığı kırık görülmesi, gök kuşağının renkli görülmesi, serap olayı vb. olaylar örnek gösterilebilir.



K bölgesinde oluşturulan su dalgasının L bölgesine geçerken doğrultu değiştirmesi

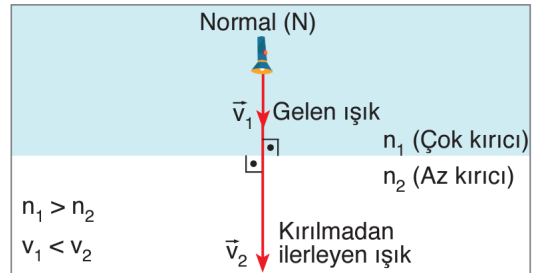
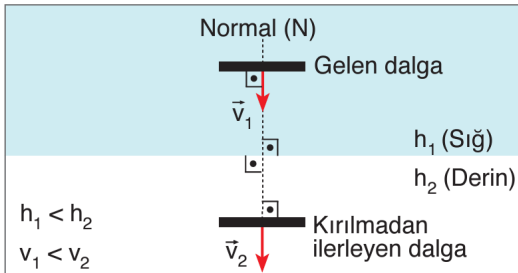


Havadan suya geçen ışığın doğrultu değişimi

DİKKAT

Su dalgalarındaki derin ortamdaki dalgaın hareketi ile ışığın az yoğun ortamda hareket etmesi ve su dalgalarının sıf ortamda hareketi ile ışığın çok yoğun ortamdaki hareketi benzerlik gösterir.

Ara kesit yüzeyine dik gelen ışık su dalgalarında olduğu gibi kırılmadan yoluna devam eder.

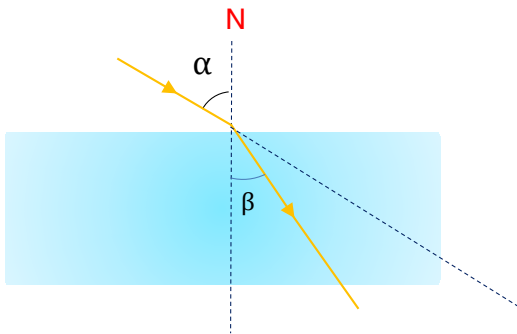


KIRILMA

Yoğunlukları farklı saydam iki ortamdan ışığın birinden diğerine geçerken doğrultusunu değiştirmesi olayına **kırılma** denir.

DİKKAT

Ortamların kırıcılık indisleri kırılmanın şeklini belirler.



Işığın boşluktaki hızının ($c = 3 \times 10^8$ m/s) herhangi bir saydam ortamdaki ortalama hızına (v) oranına o ortamın **kırılma indisi (kırıcılık indisi)** denir. n sembolüyle gösterilir.

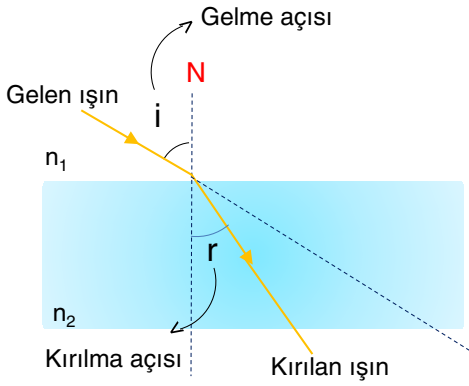
$$n = \frac{c}{v}$$

**DİKKAT**

Havanın kırıcılık indisi bire çok yakın olduğundan 1 kabul edilir.

**DİKKAT**

Işık tersinir yol izler. Geldiği yoldan geri döner.

KIRILMA KANUNLARI

I. Gelen ışın, kırılan ışın ve yüzeyin normali aynı düzlem içindedir.

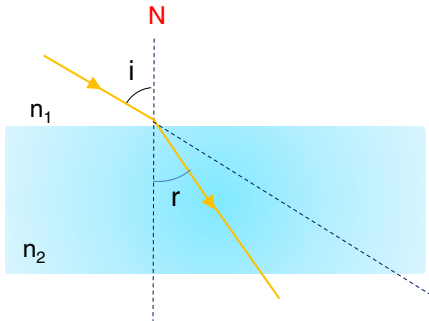
II. Ortam değişmemek şartı ile gelme açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranı sabittir.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{sabit}$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \sin i \cdot n_1 = \sin r \cdot n_2$$

Bu denklem **Snell Yasası** olarak adlandırılır.

III. Işığın geldiği ortam boşluk yada hava ise buna **maddenin mutlak kırılma indisi** denir. Işığın geldiği ortam boşluk yada hava değil ise buna, ikinci ortamın birinci ortama göre indisine **bağıl kırılma indisi** denir.

AZ YOĞUN ORTAMDAN ÇOK YOĞUN ORTAMA GEÇEN IŞINLAR

$n_1 < n_2$ ise ışın normale yaklaşarak kırılır.

$v_1 > v_2$ kırılan ışığın ortalama sürati azalır.

**DİKKAT**

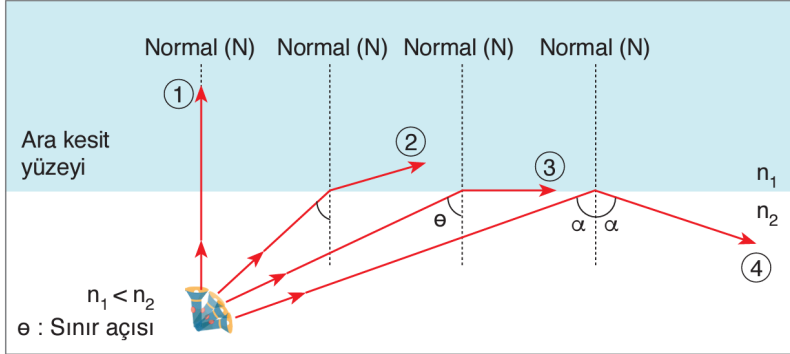
Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama gelen ışın daima karşı ortama geçer.

**PÜF NOKTA**

Işık ışınları saydam bir ortamdan diğerine geçerken ortalama hızının büyüklüğü ve dalga boyu (ışığın rengi) değişir. Frekans sadece kaynağa bağlı olduğundan değişmez.

TAM YANSIMA, SINIR AÇISI VE GÖRÜNÜR UZAKLIK

ÇOK YOĞUN ORTAMDAN AZ YOĞUN ORTAMA GEÇEN IŞINLAR



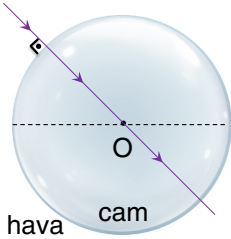
Kırılma indisi büyük olan ortamdaki ışığın gelme açısı arttıkça kırılma açısı da artar. Gelme açısı belli bir değere ulaştığında kırılma açısı 90° olur. Işın ortamları ayıran yüzey üzerinde hareket eder. Kırılma açısını 90° yapan gelme açısına **sınır açısı** denir. Bazen de çok kırıcı ortamdaki ışığın tamamı ara kesit yüzeyinde ayna varmış gibi yansır. Bu olaya tam yansıma denir.



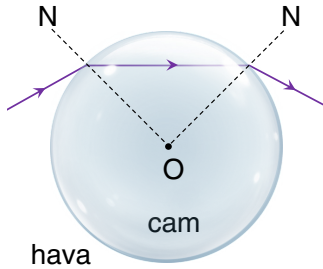
DİKKAT

Kırılma indisi büyük olan ortamdaki ışığın gelme açısı için aşağıdaki durumlar söz konusudur:

- 1 numaralı ışın ortamların ayırıcı yüzeyine dik geldiği için gelme açısı 0° dir. Yüzeye dik gelen ışınlar, doğrultularını değiştirmeden diğer ortama geçer.
- 2 numaralı ışının gelme açısı sınır açısından küçük olduğu için ışın kırılma indisi küçük olan ortama normalden uzaklaşarak geçer.
- 3 numaralı gelen ışının kırılma açısı 90° olduğu için ışığın gelme açısı aynı zamanda ortamlar arasındaki sınır açısına eşit bir açıdır.
- 4 numaralı ışının gelme açısı sınır açısından büyük olduğu için ışın aynı açı ile yüzeyden yansıma yaparak geldiği ortama geri döner.



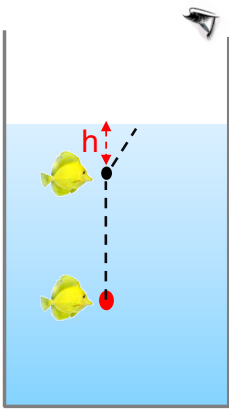
Şekil I



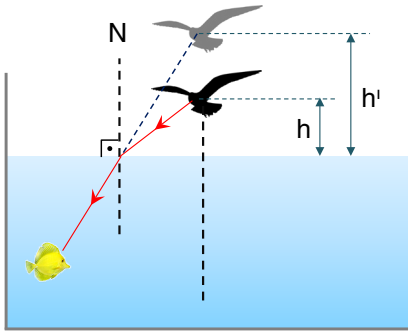
Şekil II

Hava ortamından ve uzantısı küresel yüzeyin merkezinden geçecek şekilde gönderilen ışın küresel yüzeye dik gelir. Şekil I'de yüzeye dik gelen ışın doğrultu değiştirmeden yüzeyi geçerek merkeze ulaşır.

Hava ortamından küresel cam yüzeye Şekil II'deki gibi gönderilen ışının cam yüzeyine değdiği noktaya merkezden çizilen doğru yüzeyin normalidir. Işın havadan cama geçerken normale yaklaşarak kırılır ve diğer yüzeye ulaşır. Camdan havaya çıkan ışın normalden uzaklaşarak kırılır.



Çok kırıcı ortamdaki cisimden az kırıcı ortamda bulunan gözlemciye doğru gelen ışınlar normalden uzaklaşacak şekilde kırılır. Gözlemci, bu cismi gelen ışınların uzantılarının kesiştiği yerde göreceğinden gerçeğinden daha yakında görür. Kırılma yüzünden havuz, nehir, göl gibi su birikintilerinin görüldüğünden daha derin olacağı unutulmamalıdır.



Az kırıcı ortamdaki cisimden çok kırıcı ortamda bulunan gözlemciye gelen ışınlar normale yaklaşacak şekilde kırılır. Bu yüzden gözlemci cismi gerçeğinden daha uzakta görür.

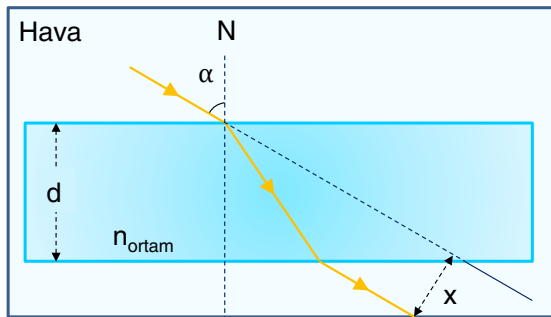


DİKKAT

Görünür uzaklık

- Cismin bulunduğu ortamın derinliğine bağlıdır. Derinlik arttıkça cismin görünür uzaklığı artar.
- Ortamların kırılma indisleri farkına bağlıdır. Kırılma indisleri farkı arttıkça kırılma artar. Böylece çok kırıcı ortamdaki cisimlerin görünür uzaklığı azalırken az kırıcı ortamdaki cisimlerin görünür uzaklığı artar.
- Cismin rengine bağlıdır. Kırmızı renk mor renge göre daha az kırılır. Bu nedenle çok kırıcı ortamdaki kırmızı renkli cismin mor renkli cisme göre görünür uzaklığı daha fazla, az kırıcı ortamdaki görünür uzaklığı daha azdır.

İŞIĞIN PARALEL YÜZLÜ SAYDAM ORTAMDAN GEÇİŞİ



Işık ışınları, hava ortamında bulunan d kalınlığındaki paralel yüzü bir cama geldiğinde önce normale yaklaşarak, çıkışta ise normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan ışın ile gelen ışın, birbirine paralel olur. Sadece paralel kaymaya uğrar.

MERCEKLERİN ÖZELLİKLERİ VE MERCEKLERDE ÖZEL IŞINLAR

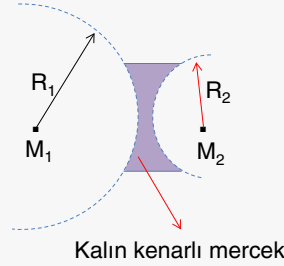
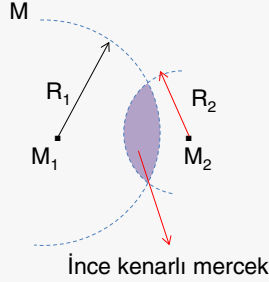
MERCEKLER

Yüzeylerden en az biri küresel olan iki yüzey arasında kalan saydam ortama **mercek** denir.



DİKKAT

İki küresel yüzeyi bulunan saydam yüzeylerin mercek oluşturabilmesi için eğrilik merkezlerinin çakışık olmaması gerekir.



DİKKAT

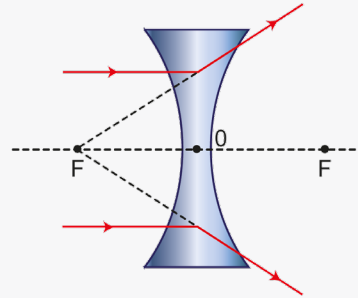
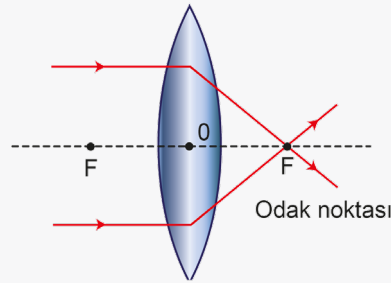
Asal eksene paralel gelen tek renkli ışınlar, ince kenarlı merceği geçtikten sonra asal eksen üzerindeki bir noktada toplanır. Kalın kenarlı merceklerde ise ışın asal eksen üzerinde bir noktadan geliyormuş gibi kırılır.

Bu noktaya merceğin **odak noktası (F)** denir.

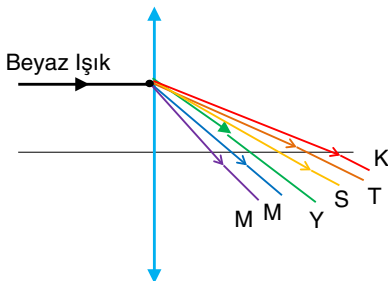


NOT

Bir merceğin her iki tarafında birer tane olmak üzere iki tane odağı bulunur.



BİR MERCEĞİN ODAK UZAKLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER



Ortamlar arasındaki yoğunluk farkı arttıkça kırılma artar. Odak uzaklığı azalır.

($n_m < n_o$)

Merceklerin eğrilik yarıçapları azalınca odak uzaklığı da azalır.

Merceklerde renkler ışığın izleyeceği yolu değiştirir. Beyaz ışık demeti merceğe gönderildiğinde en fazla mor en az kırmızı ışık kırılır.

Buna göre de $F_M < F_K$ olur.

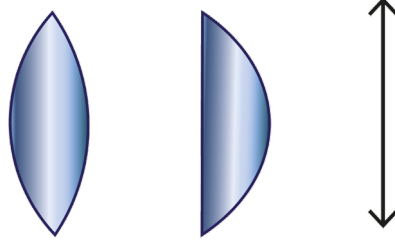
İNCE KENARLI MERCEK

Gelen ışığı optik eksene doğru toplayan merceklerle **ince kenarlı mercek** denir.



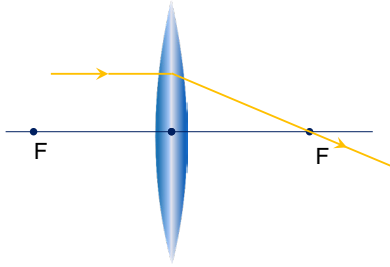
PÜF NOKTA

İnce kenarlı mercekler çukur ayna ile benzer özellik gösterir.

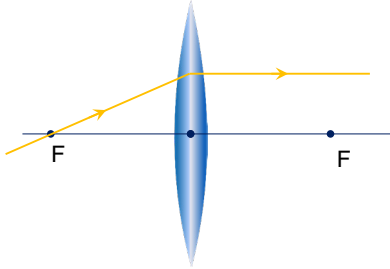


İnce kenarlı mercek gösterimleri

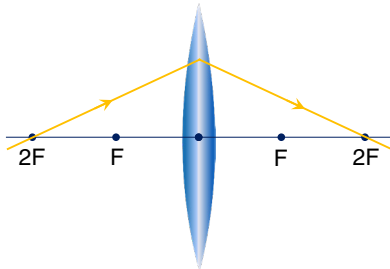
İNCE KENARLI MERCEKTE ÖZEL IŞINLAR



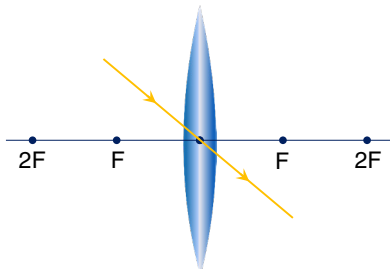
Asal Eksene Paralel Gelen Işın
kırıldıktan sonra F den geçer.



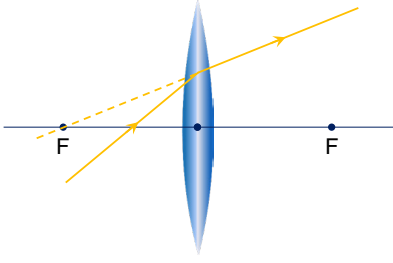
Odaktan Gelen Işın
kırıldıktan sonra asal eksene paralel geçer.



2F'ten Gelen Işın
kırıldıktan sonra 2F den geçer.

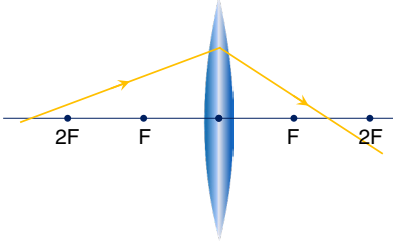


Optik Merkeze Gelen Işın
kırılmadan yoluna devam eder.



Odakla Optik Merkez Arasından Gelen Işın

kırıldıktan sonra uzantısı asal eksenini keserek geçer.



2F Dışından Gelen Işın

kırıldıktan sonra F ile 2F arasından geçer.

KALIN KENARLI MERCEK

Gelen ışığı asal ekseninden uzaklaştıracak şekilde kıran merceğe **kalın kenarlı mercek** denir.



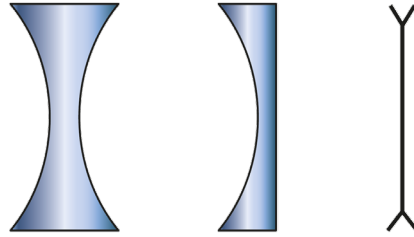
DİKKAT

Kalın kenarlı merceğin odak uzaklığı $-f$ dir.



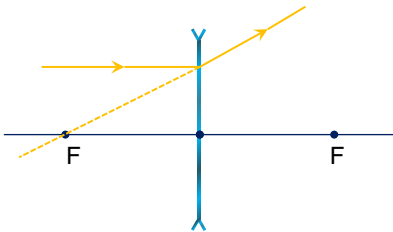
PÜF NOKTA

Kalın kenarlı mercekler tümsek ayna ile benzer özellik gösterir.



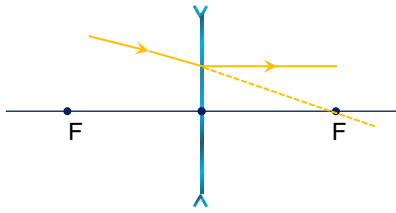
Kalın kenarlı mercek gösterimleri

KALIN KENARLI MERCEKTE ÖZEL IŞINLAR

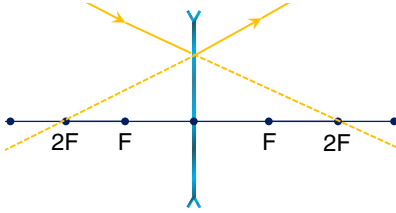


Asal Eksene Paralel Gelen Işın

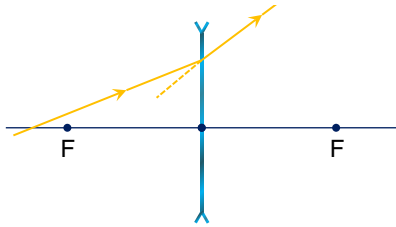
uzantısı F'den geçecek şekilde kırılır.



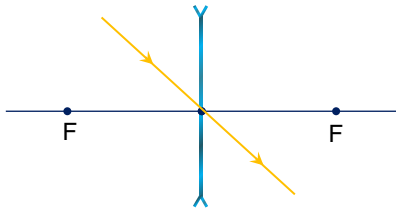
Uzantısı Odaktan Geçecek Şekilde Gelen Işın
asal eksene paralel kırılır.



Uzantısı 2F'den Geçecek Şekilde Gelen Işın
kırıldıktan sonra uzantısı 2F'den geliyormuş gibi gider.



Asal Eksen Keserek Gelen Işın
kırıldıktan sonra uzantısı F ile mercek arasından geçer.



Optik Merkezden Geçecek Şekilde Gelen Işın
kırılmadan yoluna devam eder.

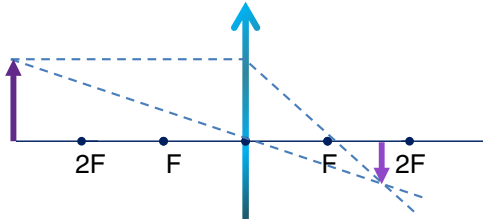
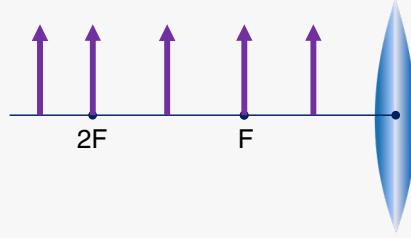
MERCEKLERDE GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

İNCE KENARLI MERCEKTE GÖRÜNTÜ



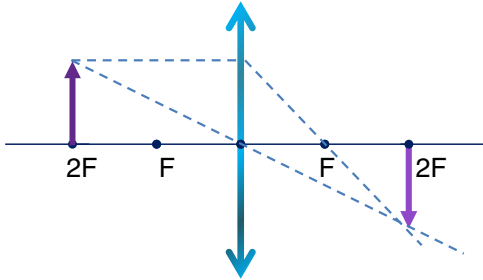
HATIRLAYALIM

Çukur aynadakine benzer şekilde merceklerde de en az iki ışın kullanılarak görüntü çizimi yapılır. Kırılan ışınların kendilerinin kesişmesi ile elde edilen görüntü gerçek, kırılan ışınların uzantılarının kesişmesi ile elde edilen görüntü sanaldır.



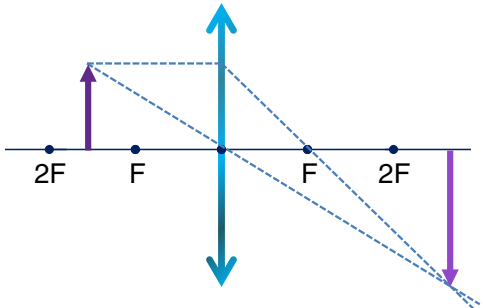
Cisim 2F'nin dışında ise

görüntü F ile 2F arasında boyu cismin boyundan küçük ve gerçek olur.



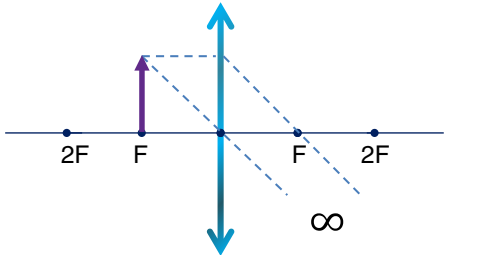
Cisim 2F'de ise

görüntü 2F'de boyu cismin boyuna eşit ve gerçek olur.



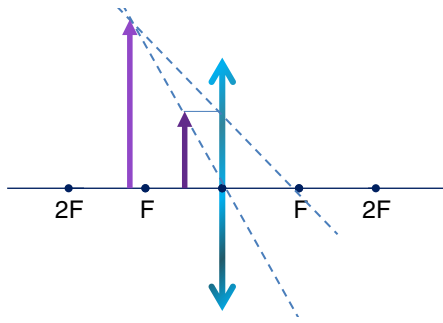
Cisim 2F ile F arasında ise

görüntü 2F'nin dışında, boyu cismin boyundan büyük, ters ve gerçek olur.



Cisim F'de ise

görüntü sonsuzda olur.



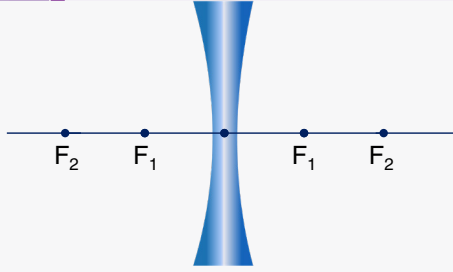
Cisim F ile mercek arasında ise

Görüntü cismin arkasında, düz, sanal, boyu cismin boyundan büyük olur.

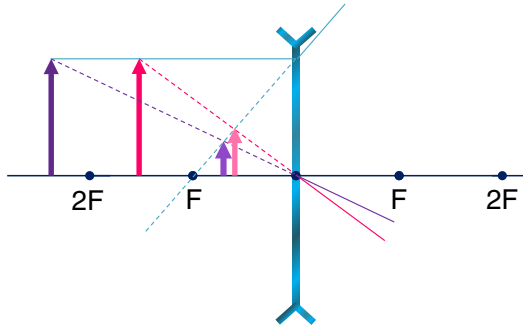
KALIN KENARLI MERCEKTE GÖRÜNTÜ



HATIRLAYALIM



Tümsek aynadakine benzer kalın kenarlı merceklerde de en az iki ışın kullanılarak görüntü çizimi yapılır. Kırılan ışınların kendilerinin kesişmesi ile elde edilen görüntü gerçek, kırılan ışınların uzantılarının kesişmesi ile elde edilen görüntü sanaldır. Kalın kenarlı mercekteki tüm görüntüler sanaldır.



Kalın kenarlı mercekte cisim nerede olursa olsun görüntü her zaman;

- Sanaldır.
- Cisme göre düzdür.
- Cisimden küçüktür.
- Odak ile mercek arasındadır.



DİKKAT

Kalın kenarlı mercekte cisim merceğe yaklaştıkça görüntüde büyüyerek merceğe yaklaşır.

MERCEKLERİN KULLANIM ALANLARI

14. yüzyılda görme bozukluklarını düzeltmek amacıyla kullanılmaya başlanan mercekler 17. yüzyılda teleskop ve mikroskopun yapısında kullanılmıştır.

Günümüzde ise mercekler gözlük ve lensten fotoğraf makinelerine, projeksiyon cihazlarından araba farlarına kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.

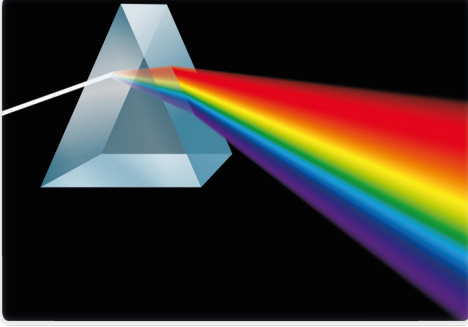


HATIRLAYALIM

Ortamın kırıcılık indisi merceğin kırıcılık indisinden büyükse mercek karakter değişir. Yani ince kenarlı mercek, kalın kenarlı; kalın kenarlı mercek, ince kenarlı mercek gibi davranır.

IŞIK PRİZMALARI

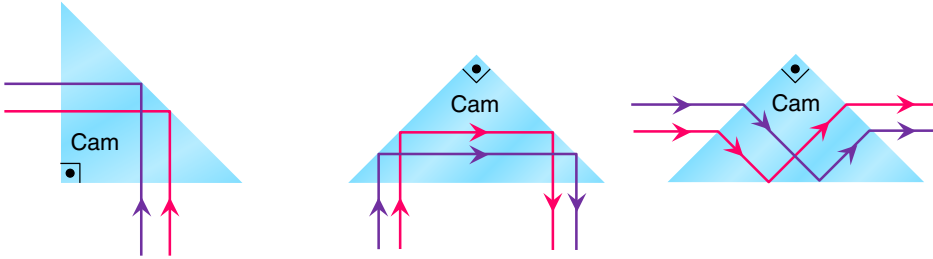
PRİZMALAR



Üzerine düşen ışığı saptıran ve renklerine ayıran camdan yapılmış üçgen prizmaya ışık prizması denir. Prizmaya gönderilen beyaz ışığın kendisini oluşturan renklere ayrıştığı görülür. Ortamın kırılma indisinin büyüklüğü ışığın dalga boyuna bağlıdır. Bu nedenle kırıcı ortama aynı açıyla giren farklı renkteki ışınlar farklı açılarla kırılır. Dalga boyu büyük olan ışınlar daha az kırılırken dalga boyu küçük olan ışınlar daha çok kırılır. Bu nedenle dalga boyu büyük olan kırmızı ışık az kırılırken dalga boyu küçük olan mor ışık en çok kırılır.

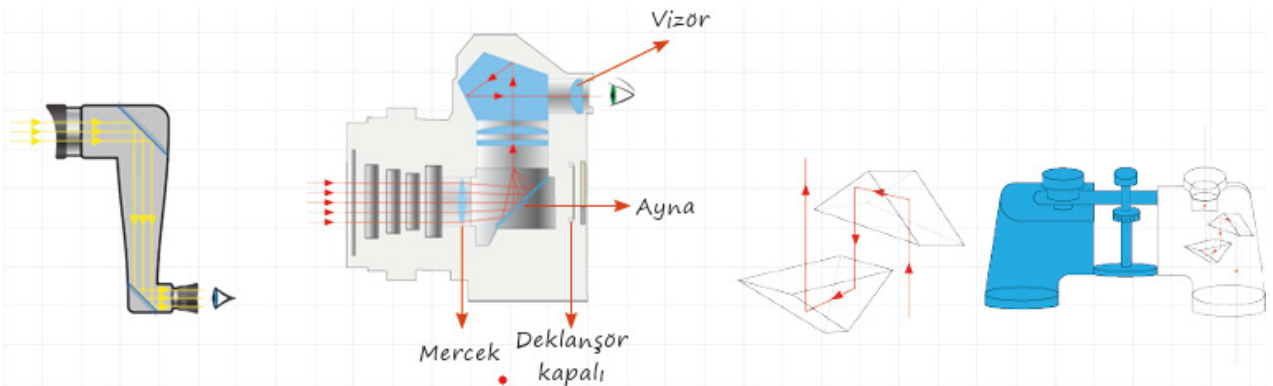
TAM YANSIMALI PRİZMA

İkizkenar dik üçgen şeklindeki, camdan yapılmış prizmalara tam yansımali prizma denir. Camdan yapılmış tam yansımali prizmalarda camdan havaya geçişte sınır açısı 42° 'dir. Bu nedenle prizmalarda camdan havaya geçişte 42° 'den büyük açıyla gelen ışınlar tam yansıma yapar.



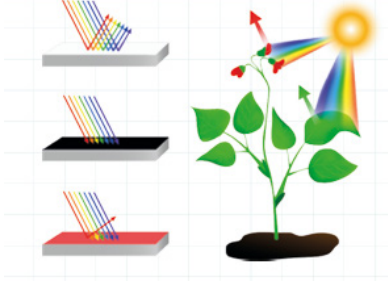
GÜNLÜK HAYATTA PRİZMALARI KULLANIMI

Fotoğraf makinesi, projeksiyon cihazı, mikroskop, periskop, dürbün vb. birçok optik alette tam yansımali prizmalar kullanılır. Günlük hayatta kullanılan bisikletlerin arkasına takılan kedigözleri, motorlu araçların arka lambaları, otoyollar da geceleri ışık vurduğunda parlayan reflektörlerin yapılarında ışık prizmaları bulunur. Reflektörler, üzerine gelen ışığı geriye yansıtarak gece karanlığında üzerinde bulundukları aracın veya cismin fark edilmesini sağlar.



RENK

CİSİMLERİN RENKLİ GÖRÜLMESİ



Renkler, cisimden yansıyan ışınların göze gelmesi ve gözde bulunan sinirler yardımıyla beyne iletilmesiyle algılanır. Güneş ışığı altında siyah bir cisim, üzerine düşen bütün ışık renklerini soğurması sonucunda siyah görülürken denizlerin mavi görülmesinin sebebi üzerine düşen ışığın içerisindeki mavi rengi daha fazla yansıtmasıdır.



IŞIK RENKLERİNİN BİRLEŞİMİ

Prizmaya düşürüldüğünde renklerine ayrıışmayan renkler ışığın ana renkleridir. Işıktaki ana renkler kırmızı, yeşil ve mavidir. Ana renklerin aynı orandaki karışımlarından oluşan renklere ara renkler denir. Işıktaki ara renkler sarı, cyan ve magenta'dır. Sarı renk, kırmızı ve yeşil ışığın; cyan, mavi ve yeşil ışığın; magenta, kırmızı ve mavi ışığın üst üste düşürülmesi sonucunda oluşur.

Karışımları beyaz rengi veren ışık çiftlerine de tamamlayıcı renk denir. Mavi ışığın, sarı ışığı beyaza tamamlamasından dolayı maviye sarının tamamlayıcısı; kırmızıya, cyanın tamamlayıcısı; yeşile de magenta'nın tamamlayıcısı denir.



Kırmızı ve yeşil ışığın karışımı sarı, kırmızı ve mavi ışığın karışımı magenta, mavi ve yeşil ışığın karışımı cyan rengini verir.

Kırmızı, yeşil ve mavi renklerin karışımıyla beyaz renk oluşur.

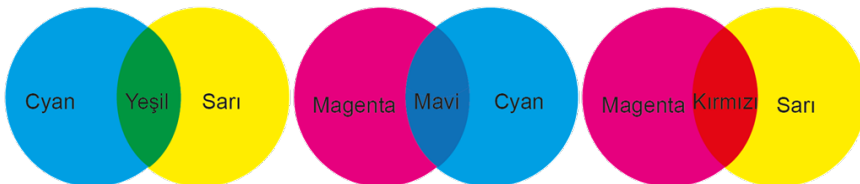
BOYA RENKLERİ

Boya maddeleri saydam olmayan katı maddelerdir. Bu maddelerin sıvılı çözeltilerine boya denir. Bu maddeler, üzerine düşen ışığın bir kısmını soğururken bir kısmını yansır ve yansıtıkları renkte görülür. Kırmızı boyalı cisim üzerine kırmızı, yeşil ve mavi renkli ışık ışınları düşürüldüğünde cisim mavi ve yeşil renkteki ışıkları soğururken kırmızı renkteki ışığı güçlü yansır ve kırmızı renkte görülür.

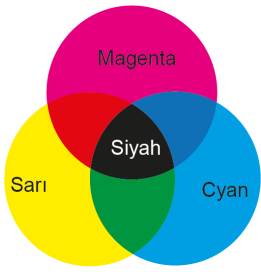


DİKKAT

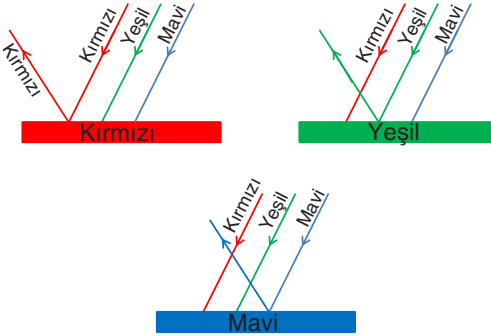
Işıktaki ara renkler, boyada ana renklendir.



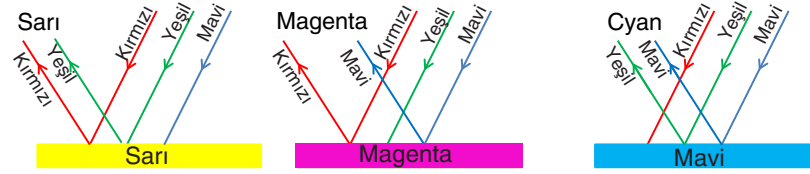
Boyalarda ise cyan ve sarı boya karışımı yeşil rengi, magenta ve cyan boyanın karışımı mavi rengi ve magenta ve sarı boyanın karışımı da kırmızı rengi verir.



Cyan, magenta ve sarı boya renklerinin karışımının siyah rengi oluşturduğu gözlemlenir.

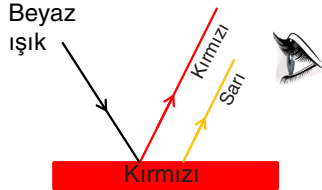


Beyaz ışık altında kırmızı görülen bir cismin kırmızı ve kırmızıya yakın tonlar dışındaki bütün renkleri soğurduğu ve bu durumda kırmızı rengin yansarak göze ulaştığı bilinmektedir. Kırmızı renk göze geldiği için cisim kırmızı görünür. Kırmızı cisim üzerine yeşil ışık gönderilirse bu ışık cisim tarafından soğurulacağı için yansıyan ışık olmayacaktır. Bu durumda cisim siyah görünecektir. Bu yüzden renkli ışık altında bakılan cisimlerin renkleri, beyaz ışık altındaki renklerinden farklı görülebilir.



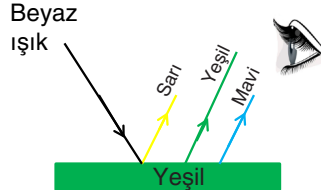
Ara renkle boyalı cisimler kendi rengini oluşturan renkteki ışıkları güçlü yansıtırken diğerlerini soğurur.

Saydam olmayan bazı cisimler üzerine farklı renkte ışık ışınları gönderildiğinde bu cisimler yansıttıkları ışığın renginde görünür.



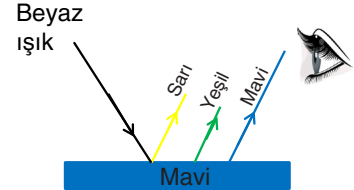
Kırmızı ışık daha yoğun yansır.

Cisim kırmızı görünür.



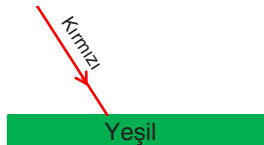
Yeşil ışık daha yoğun yansır.

Cisim yeşil görünür.

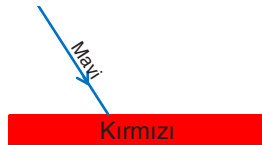


Mavi ışık daha yoğun yansır.

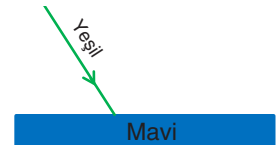
Cisim mavi görünür.



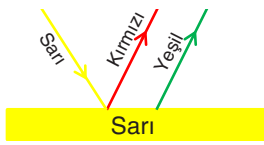
Işık yansımaz, siyah görünür.



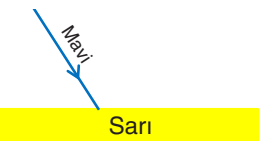
Işık yansımaz, siyah görünür.



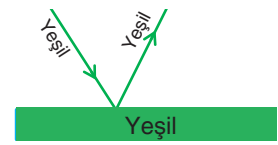
Işık yansımaz, siyah görünür.



Kırmızı ve yeşil ışık yansır. Cisim sarı görünür.



Işık yansımaz, siyah görünür.



Yeşil ışık yansır, yeşil görünür.

IŞIK FİLTRELERİ

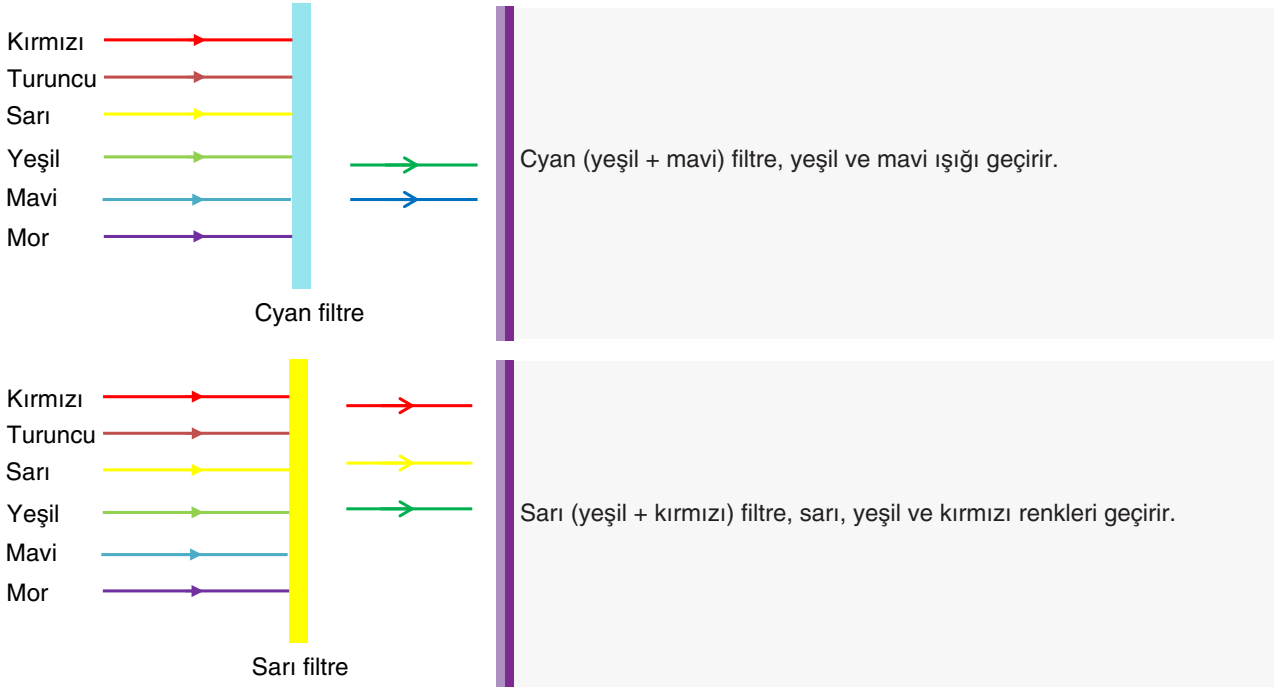
Işık filtreleri, renkli ve saydam levhalardır. Kullanıldığı yerlere uygun olarak farklı renkte olabilir. Filtreler, kendi rengindeki ışınları güçlü bir şekilde geçirirken komşusu olan renkleri zayıf geçirir. Göz zayıf geçen rengi algılamaz.



HATIRLAYALIM

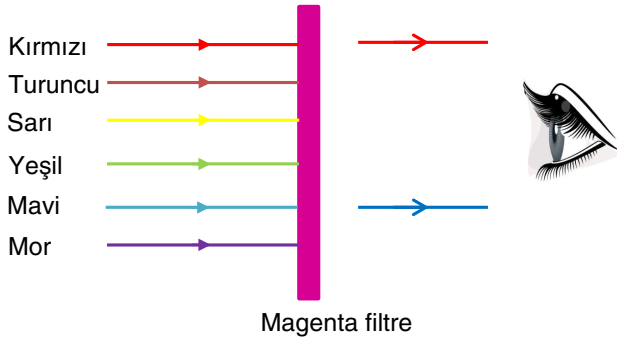
Zayıf geçirilen ışınlar dikkate alınmaz.

Ara renkli filtreler kendi rengindeki ışığı ve bileşenleri olan ışığı geçirir, diğerlerini soğurur. Beyaz ışığın ara renkli filtrelerden geçişi aşağıda verilmiştir.

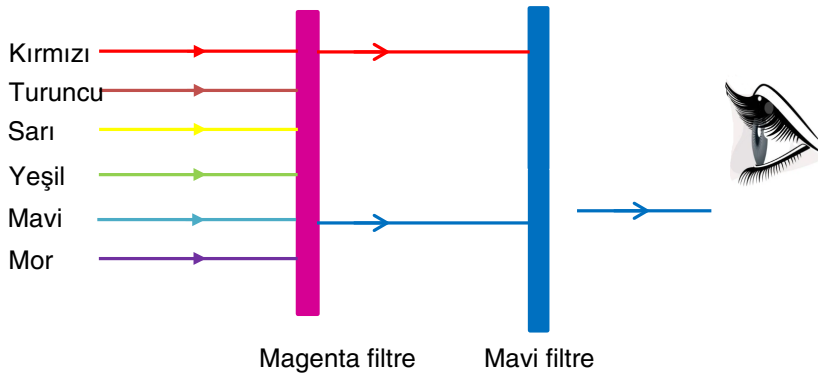




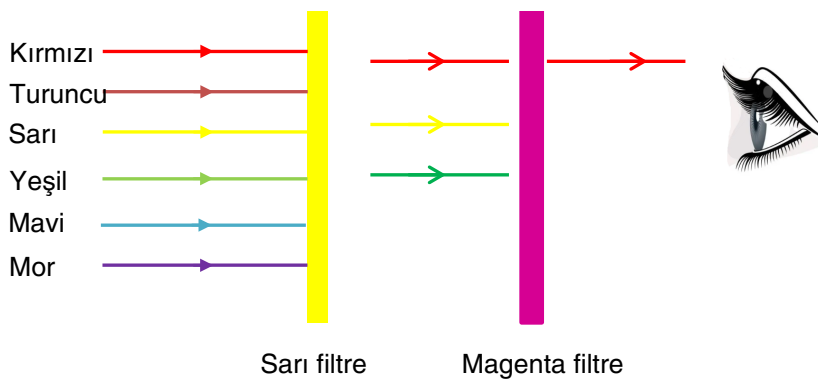
Filtre kırmızı görünür.



Filtre magenta görünür.



İlk filtreden mavi ve kırmızı, ikinci filtreden mavi geçebilir. Filtre mavi görünür.



İlk filtreden kırmızı, sarı ve yeşil, ikinci filtreden kırmızı geçebilir. Filtre kırmızı görünür.

